



Aroeira

Soluções ambientais

Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Matias Johanes Henrique Michels

Licença Ambiental Concomitante – LAC2

Classe 4

Fazenda Agropecuária Michels

Volume IV

Romaria – Minas Gerais

Janeiro de 2021

Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760 (34) 9.9659-2561
engenheira.rosana@outlook.com - tulioagropecuaria@bol.com.br

Equipe Técnica | Aroeira Soluções Ambientais

Equipe

Rosana Miranda Silva de Resende – Eng. Ambiental CREA 161691/D

Tulio Martins de Lima – Eng. Agrônomo CREA 14847/D

Damaris da Silva Costa – Geógrafa CREA 237808/D

Regilaine Aparecida de Lima – Eng. Ambiental e Sanitarista CREA 170367/D

Laís Oliveira Amaral – Bióloga CRBio 87768/04-D

Luiz Nishiyama – Geólogo CREA 53491/D

Mateus Rosa Batista – Eng. Agrônomo CREA 196.683/D

Contato

Responsável:	Rosana Miranda Silva de Resende
Telefone:	(34) 9 9667-5760
E-mail:	engenheira.rosana@outlook.com
Endereço:	Rua Geraldo de Moraes, 176, Bairro Cazeca
Uberlândia-MG	CEP: 38.400-020

Esse Estudo de Impacto Ambiental – EIA foi elaborado para a empresa contratante e destinado ao uso interno da mesma, assim como para a apresentação aos órgãos ambientais competentes. A sua reprodução, mesmo que parcial, não está autorizada pela Aroeira Soluções Ambientais. As informações contidas nesse documento foram obtidas em fontes consideradas confiáveis e a partir de trabalhos de campo desenvolvidos por equipes de profissionais capacitados.

Aroeira - Soluções Ambientais
Telefones (34) 9.9667-5760 (34) 9.9659-2561
engenheira.rosana@outlook.com - tulioagropecuaria@bol.com.br

Conteúdo dos Volumes

Volume I

Capítulo 1 – Apresentação

Capítulo 2 – Introdução

Capítulo 3 – Informações Gerais

Capítulo 4 – Caracterização do Empreendimento, atividade e fornecimento de energia elétrica

Capítulo 5 – Áreas de Proteção Ambiental

Capítulo 6 – Processo Produtivo e procedimentos operacionais

Capítulo 7 – Sistemas de Controle Ambientais

Capítulo 8 – Caracterização das estruturas físicas existentes na propriedade

Volume II

Capítulo 9 – Aspectos Socioeconômicos

Volume III

Capítulo 10 – Caracterização da Fauna e Flora

Volume IV

Capítulo 11 – Diagnóstico do Meio Físico

SUMÁRIO

Capítulo 11 – Diagnóstico do Meio Físico	350
11.1. Delimitação das áreas de influência do Meio Físico	351
11.1.1. Áreas de Influência do Meio Físico.....	351
11.1.1.1. Considerações Gerais	351
11.1.1.2. Áreas de Influência do Meio Físico.....	352
11.1.1.2.1. Área Diretamente Afetada (ADA)	352
11.1.1.2.2. Área de Influência Direta (AID)	352
11.1.1.2.3. Área de Influência Indireta (AI).....	353
11.2. Caracterização Climática e Meteorológica	354
11.2.1. Aspectos metodológicos.....	354
11.2.2. Contexto Nacional e Regional	355
11.2.3. Normal climatológica	358
11.2.4. Índice pluviométrico.....	359
11.2.5. Temperatura.....	362
11.2.6. Umidade Relativa Do Ar	364
11.2.7. Direção e Intensidade do Vento	366
11.2.8. Nebulosidade	368
11.2.9. Insolação.....	369
11.3. Geologia.....	371
11.3.1. Aspectos metodológicos.....	371
11.3.2. Contexto geológico regional	371
11.3.3. Considerações Sobre a Evolução Geológica Regional.....	373
11.3.3.1. Bacia Sedimentar do Paraná	373
11.3.3.2. Faixa de Dobramentos Brasília.....	375
11.3.4. Geologia das Áreas de Influência do Empreendimento	379
11.3.4.1. Grupo Araxá	379
11.3.4.2. Grupo São Bento.....	380
11.3.4.2.1. Formação Botucatu.....	380
11.3.4.2.2. Formação Serra Geral	381
11.3.4.3. Grupo Bauru.....	382

11.3.4.3.1. Formação Marília	382
11.3.5. Geologia no contexto da AID e ADA do empreendimento	383
11.4. GEOMORFOLOGIA	386
11.4.1. Metodologia e procedimentos técnicos operacionais.....	386
11.4.2. Aspectos Geomorfológicos Regionais	389
11.4.3. Compartimentação do relevo na AID e ADA do empreendimento	392
11.4.4. Processos hidrológicos.....	399
11.5. Geotecnia.....	402
11.5.1. Introdução	402
11.5.2. Contexto geológico-geotécnico da região do empreendimento	403
11.5.2.1. Materiais inconsolidados derivados da cobertura cenozóica	409
11.5.2.2. Materiais inconsolidados derivados de arenitos da Formação Marília	410
11.5.2.3. Materiais inconsolidados derivados de basaltos da Formação Serra Geral.....	410
11.5.2.4. Materiais inconsolidados derivados de litotipos do Grupo Araxá	411
11.5.3. Caracterização geotécnica da AID e ADA do empreendimento.....	411
11.5.4. Avaliação de risco geológico-geotécnico na AID e ADA.....	414
11.6. Solos.....	421
11.6.1. Solos da AID e ADA do empreendimento.....	421
11.6.1.1. Latossolos	422
11.6.1.1.1. Latossolo Vermelho distrófico típico	423
11.6.1.1.2. Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico.....	423
11.6.1.2. Argissolos.....	423
11.6.1.2.1. Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico.....	424
11.6.1.3. Cambissolos.....	424
11.6.1.3.1. Cambissolo Háplico distrófico típico	425
11.6.1.4. Gleissolos.....	425
11.6.1.4.1. Gleissolo Melânico distrófico típico	426
11.6.1.5. Organossolos	426
11.6.1.5.1. Organossolos Háplico sáprico típicos e térricos	426

11.6.1.6. Neossolos.....	427
11.6.1.6.1. Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.....	428
11.7. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	431
11.7.1. Introdução	431
11.7.2. Hidrografia.....	431
11.7.3. A Bacia hidrográfica do rio Bagagem	434
11.7.4. Usos de recursos hídricos superficiais na AID.....	437
11.7.5. Área de Conflito Declarada (DAC) na porção de alto curso da bacia do rio Bagagem	440
11.7.6. Demanda hídrica do empreendimento.....	441
11.7.6.1. Atividades irrigadas do empreendimento	441
11.7.6.2. Captações realizadas no empreendimento.....	444
11.8. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS	445
11.8.1. Considerações gerais sobre a Província Hidrogeológica do Paraná	445
11.8.2. Principais sistemas aquíferos presentes na ADA e AID e suas características gerais e hidrodinâmicas.....	448
11.8.2.1. Aquífero Serra Geral	451
11.8.2.2. Aquífero Marília	452
11.8.2.3. Aquífero Araxá	455
11.8.3. Usos da água subterrânea na AID do empreendimento	457
11.8.4. Conclusão	458

Lista de Figuras

Figura 11.1 – Delimitação das Áreas de Influência do empreendimento.	354
Figura 11.2 – Mapa das zonas climáticas do território brasileiro.	356
Figura 11.3 – Massas de ar que atuam no Brasil segundo IBGE.	357
Figura 11.4 – Precipitações totais anuais (mm) da série histórica 1975-2014.	360
Figura 11.5 – Precipitações médias mensais (mm) referente ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.	361
Figura 11.6 – Temperaturas média, mínima e máxima (°C) referentes ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507 – Campus Santa Mônica/UFU.	363
Figura 11.7 – Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta (°C) mensais referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.	364
Figura 11.8 – Umidade relativa do ar mensal média referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.	365
Figura 11.9 – Umidade relativa do ar média anual referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.	365
Figura 11.10 – Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) média referente à série histórica 1995-2011. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.	367
Figura 11.11 – Nebulosidade média anual em décimos (1981-2010). Estação Meteorológica Uberlândia - A507.	368
Figura 11.12 – Nebulosidade média mensal em décimos referente à série histórica 1981-2010. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.	369
Figura 11.13 – Insolação total mensal média, mínima e máxima referente à série histórica 1981-2010. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.	370
Figura 11.14 – Representação esquemática do arcabouço tectônico da região onde se insere o empreendimento.	372
Figura 11.15 – Esboço geológico da Província Paraná e sua evolução tectônica.	374
Figura 11.16 – 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, este último inclui a Faixa de Dobramentos Brasília.	376
Figura 11.17 - Faixa de Dobramento Brasília e a localização da cidade de Romaria situada a cerca de 25 km de distância do empreendimento.	377
Figura 11.18 – Seção estrutural Araxá – Ibiá – Campos Altos – Luz mostra os domínios interno e externo da Faixa de Dobramentos Brasília.	378

Figura 11.19 – (A e B) vista de solos utilizados para agricultura sobre áreas de ocorrência da Formação Marília; (C e D) vista ampla do vale do rio Bagagem em área da ocorrência de litologias da Formação Marília.	384
Figura 11.20 – Mapa geológico das áreas de influência do empreendimento.	385
Figura 11.21 – Taxonomia para mapeamento geomorfológico (IBGE, 2009).	387
Figura 11.22 – Localização da área do empreendimento (indicada pelo círculo vermelho) em relação às províncias geológicas.	390
Figura 11.23 – Localização do empreendimento no Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná – 2A.	391
Figura 11.24 – 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).	392
Figura 11.25 – (A, B, C e D) Vista geral de do relevo nas áreas de influência do empreendimento e adjacências. (E e F) Vista panorâmica do vale do rio Bagagem nas áreas de influência.	393
Figura 11.26 – Mapa geomorfológico (modelados) da AID e ADA do empreendimento.	396
Figura 11.27 – Mapa hipsométrico da AID e ADA do empreendimento.	397
Figura 11.28 – Mapa de declividade da AID e ADA do empreendimento.	398
Figura 11.29 – Perfil de encosta mostrando o movimento da água em subsuperfície e os processos hidrológicos.	400
Figura 11.30 – Zona úmida no fundo de vale do rio Bagagem e do ribeirão Pantaninho.	400
Figura 11.31 – Sulcos erosivos em solos com lençol freático raso e que se saturam rapidamente durante as chuvas gerando, assim, o escoamento superficial. A área mostrada na figura encontra-se na AID, porém, fora da ADA do empreendimento (Fonte: Google Earth).	401
Figura 11.32 – (A) Saprolitos de basaltos da Formação Serra Geral mostrando a forma típica de decomposição por exfoliação esferoidal e, (B) Solo típico de basalto.	406
Figura 11.33 – Micaxisto intemperizado do Grupo Araxá	407
Figura 11.34 – materiais inconsolidados arenosos derivados de arenitos do Grupo Bauru (Formação Marília).	407
Figura 11.35 (A) Cobertura cenozoica presente na região; (B) Materiais inconsolidados derivados da cobertura cenozoica. Atentar para formação de agregados resultantes da cimentação de partículas de argila pelo óxido de ferro e; (C) detalhe dos grumos.	409

Figura 11.36 – (A e B) Vista geral de superfícies de chapada onde há ocorrência de materiais inconsolidados derivados da Formação Marília. (C e D) Vista de áreas de ocorrência de materiais inconsolidados derivados da Formação Marília próximos ao terço inferior da vertente fluvial. (E e F) Áreas de ocorrência de materiais inconsolidados em área mal drenada, de ocorrência de Gleissolos.	412
Figura 11.37 – (A e B) Latossolos Vermelho em áreas de pivôs utilizados para culturas de grãos e olerícolas. (C) Latossolo Amarelo em área de preparo do solo para cafeicultura anteriormente utilizada para silvicultura. (D) Solo com cascalho evoluído sobre a Formação Marília. (E e F) Gleissolos em áreas mais baixas no terreno próximo ao rio Bagagem (fundo de vale).....	429
Figura 11.38 – Mapa de solos das áreas de influência do empreendimento.	430
Figura 11.39 – Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos	432
Figura 11.40 – Delimitação e principais rios que formam a UPGRH do Alto Paranaíba – PN1.	434
Figura 11.41 – Rede de drenagem das áreas de influência do empreendimento e seu entorno.	436
Figura 11.42 – Localização dos pontos de captação de águas superficiais na ADA e AID.	438
Figura 11.43 – Distribuição dos usos de recursos hídricos superficiais na AID do empreendimento.....	439
Figura 11.44 – (A) Vista do rio Bagagem. (B) Vista do reservatório artificial de água para uso na agricultura. (C) Vista do barramento no rio Bagagem. (D) Vista do barramento no ribeirão Santa Fé. (E) Conjunto motor-bomba, sucção e recalque da água de barramento. (F) Tubulações do sistema de captação de água no barramento do rio Bagagem. (G) Pivô central utilizado para irrigação de culturas temporárias, na figura, cultura do feijão comum (<i>Phaseolus vulgaris</i>). (H) Área irrigada por pivô central, na figura, fase de preparo do solo para plantio de olerícola.....	440
Figura 11.45 – Áreas de Conflito Declarada (DAC) na região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro. Atentar para o Alto curso do rio Bagagem (6).....	441
Figura 11.46 – Disposição dos pivôs centrais na propriedade.	443
Figura 11.47 – Disposição dos pontos de captação na propriedade.	444
Figura 11.48 – Exemplos de aquíferos granulares: (A) conglomerado; (B) arenito grosso e (c) arenito fino.....	446
Figura 11.49 – Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária.....	446

Figura 11.50 – Distribuição de aquíferos granulares (sedimentos) e fraturados (basaltos) na Província Hidrogeológica do Paraná.....	447
Figura 11.51 – O Aquífero Bauru/Caiuá na Província hidrogeológica do Paraná e o destaque de sua porção em Minas Gerais.....	448
Figura 11.52 – Bacia Bauru na Bacia Sedimentar do Paraná.	450
Figura 11.53 – Unidades aquíferas Bauru e Serra Geral na AID e ADA do empreendimento.....	451
Figura 11.54 – Superfície de topo do Aquífero Marília (Bauru) onde ocorre a recarga direta através da cobertura pedológica.	453
Figura 11.55 – Limite entre as áreas de recarga e descarga do Aquífero Marília (linha pontilhada branca).	454
Figura 11.56 – Área de recarga do Aquífero Marília (Bauru) na AID do empreendimento.	454
Figura 11.57 – Área de descarga do Aquífero Marília (Bauru) na AID e ADA do empreendimento.....	455
Figura 11.58 – Modelo hidrogeológico conceitual na ADA do empreendimento.....	456
Figura 11.59 – Finalidades de uso da água subterrânea na AID do empreendimento conforme consta nas portarias de outorgas.	457

Lista de Tabelas

Tabela 11.1 – Características das massas de ar que atuam na região do empreendimento.....	357
Tabela 11.2 – Normais climatológicas anuais – Estação meteorológica INMET Uberlândia - A507.....	359
Tabela 11.3 – Precipitações mensais média, mínima e máxima (mm) referentes ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.....	361
Tabela 11.4 – Precipitações máximas em 24 horas (mm) referentes ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.....	362
Tabela 11.5 – Temperaturas mensais média, mínima e máxima (°C) referentes ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507 – Campus Santa Mônica/UFU.....	362
Tabela 11.6 – Temperaturas mínima absoluta e máxima absoluta (°C) referente ao período 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.	363
Tabela 11.7 – Umidade relativa do ar mensal (%) referente à série histórica 1981-2010.	364
Tabela 11.8 – Amplitude mensal da umidade relativa do ar média (%) no período 1981-2010.	366
Tabela 11.9 – Direção predominante do vento por estação do ano.	366
Tabela 11.10 – Intensidade do vento (m.s ⁻¹), médias mensais referente ao período 1995 a 2011.	367
Tabela 11.11 – Insolação total média, mínima e máxima (1981-2010), em horas....	370
Tabela 11.12 – Descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009).....	387
Tabela 11.13 – Grau de Coerência de rochas.....	404
Tabela 11.14 – Tipos pedológicos da área de influência do empreendimento segundo o mapeamento pedológico.....	422
Tabela 11.15 – Uso das águas superficiais na AID do empreendimento.....	437
Tabela 11.16 – Áreas de cultivo de cafeicultura.....	442
Tabela 11.17 – Áreas de cultivo de culturas anuais e horticultura.....	442
Tabela 11.18 – Captações do empreendimento.....	444
Tabela 11.19 – Captações de água subterrânea na AID do empreendimento.	458

Lista de Quadros

Quadro 11.1 – Impactos decorrentes da erosão dos solos e a sua relação com os tipos geotécnicos, fatores desencadeadores, fatores predisponentes e o principal tipo de uso do solo na AID e ADA do empreendimento.....	417
Quadro 11.2 – Relação dos tipos geotécnicos com as formas de contaminação dos componentes do meio físico na AID e ADA do empreendimento.	419

Capítulo 11 – Diagnóstico do Meio Físico

11.1. Delimitação das áreas de influência do Meio Físico

11.1.1. Áreas de Influência do Meio Físico

11.1.1.1. Considerações Gerais

O Termo de Referência para elaboração de EIA/RIMA disponibilizado pela Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, previsto na Resolução CONAMA nº 001/86, apresenta as seguintes definições em relação às Áreas de Influência de um empreendimento:

ÁREA DE INFLUÊNCIA - Área potencialmente afetada, direta ou indiretamente, pelas ações a serem desenvolvidas pelo projeto, 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 nº 001/86, assim como o Termo de Referência, não define *ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA)*, subtendendo-se que esta se encontra inserida na 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:

11.1.1.2. Áreas de Influência do Meio Físico

11.1.1.2.1. Área Diretamente Afetada (ADA)

Foi definida como a porção do empreendimento que compreende as áreas ocupadas pelo cultivo agrícola, além de todas as infraestruturas implantadas, tais como: sedes; alojamentos; refeitório; escritórios; sistema de tratamento de efluentes sanitários; barracões para armazenamento de produtos e insumos; equipamentos para processamentos de grãos; lagoas de efluentes; vias de acesso; barragens destinadas à captação de água para o desenvolvimento das atividades agrícolas; sistema empregado para irrigação; 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 1.745,64 hectares (Figura 1.1).

11.1.1.2.2. Área de Influência Direta (AID)

Corresponde a uma extensão territorial diretamente afetada pelos impactos decorrentes das atividades empreendimento, de forma contígua e expandida da ADA e, como esta, 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 do mesmo.

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 foi possível definir os limites da AID.

O polígono envolvente que define a AID do Meio Físico levou em consideração a bacia hidrográfica na qual o empreendimento está inserido e que faz parte do alto curso do rio Bagagem. A área total ocupada pela AID do empreendimento é de aproximadamente 4.348,33 hectares (Figura 1.1).

11.1.1.2.3. Área de Influência Indireta (All)

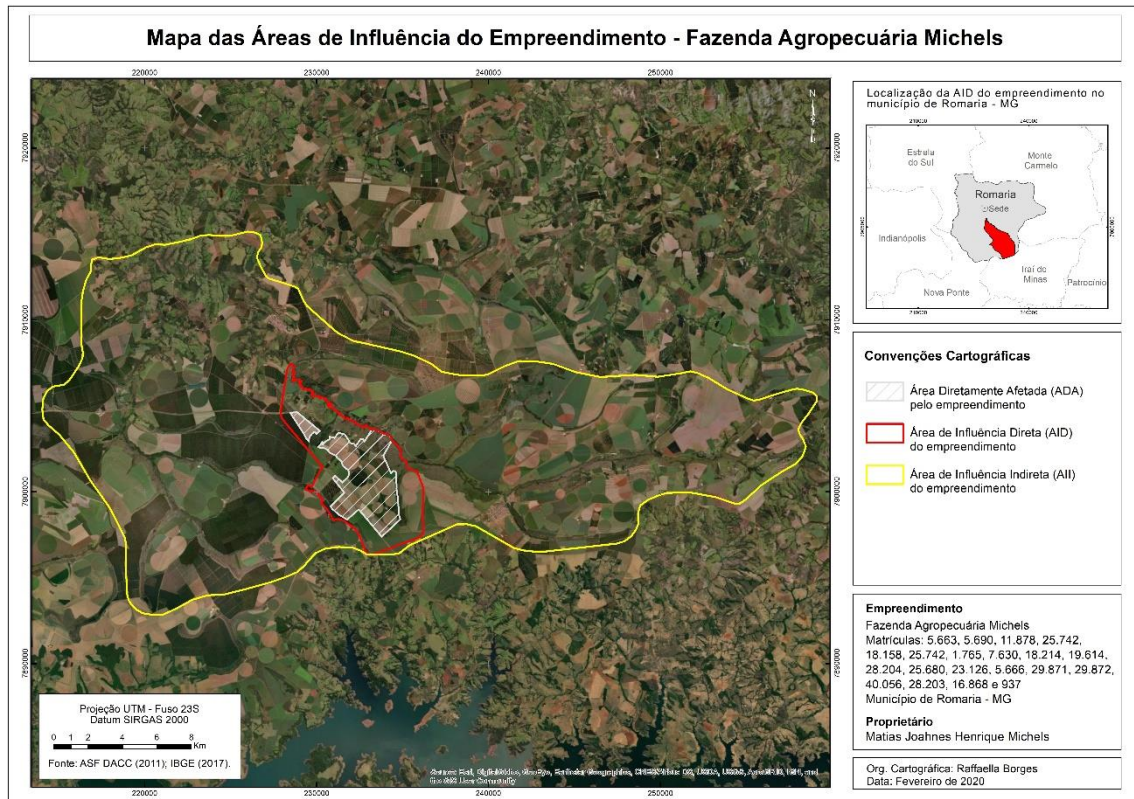
Foi definida como Área de Influência Indireta (All) para o Meio Físico um território que ainda sofre a influência do empreendimento, porém, os impactos e seus efeitos foram considerados de menor significância que nas outras duas categorias (AID e ADA). O objetivo de realizar tal delimitação foi o de avaliar a influência do empreendimento no contexto regional. Para tanto, adotou-se como All a sub-bacia do alto curso do rio Bagagem delimitada pelos seus divisores de águas, a qual abrange a área de aproximadamente 51.989,22 hectares (Figura 1.1).

Considerou-se a porção da bacia do rio Bagagem para a delimitação da All pelas seguintes razões:

- a) O empreendimento encontra-se inserido na referida sub-bacia;
- b) Os impactos ambientais sobre o Meio Físico causados pelo empreendimento, ainda que indiretos, não extrapolam a área da sub-bacia;
- c) Os impactos ambientais causados pelo empreendimento sobre o Meio Físico são atenuados com a distância e, desse modo, podem ser considerados desprezíveis no limite final da sub-bacia do rio Bagagem;
- d) A bacia hidrográfica é uma unidade de planejamento.

As áreas de Influência do empreendimento Fazenda Agropecuária Michels estão apresentadas na Figura 11.1.

Figura 11.1 – Delimitação das Áreas de Influência do empreendimento.



11.2. Caracterização Climática e Meteorológica

11.2.1. Aspectos metodológicos

A dinâmica atmosférica atuante sobre determinada superfície está relacionada ao contexto climático de maior abrangência. No caso específico do presente estudo, foram trabalhadas características do clima dominante no Brasil com enfoque para as particularidades climáticas da mesorregião do Triângulo, onde se encontram as áreas de influência do empreendimento.

A presente caracterização climática e meteorológica da área de influência do empreendimento e entorno imediato foi baseada em análise de séries históricas de dados primários, além de dados secundários, por meio de levantamento bibliográfico e cartográfico. Foram abordados os seguintes aspectos: índice pluviométrico; temperaturas máximas, médias e mínimas; umidade relativa do ar; intensidade e direção predominante do vento; nebulosidade e insolação.

Em razão da indisponibilidade de dados climatológicos específicos para as áreas de influência do empreendimento, foram utilizados os parâmetros registrados na Estação Meteorológica Convencional da PCH Martins Fazenda Letreiro (1848052) da Agência Nacional de Águas (ANA) para o levantamento da série histórica das precipitações referente ao período de 1975 a 2014. A referida Estação encontra-se localizada na bacia do rio Uberabinha, município de Uberlândia, distando algumas dezenas de quilômetros da área do empreendimento. 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.

11.2.2. Contexto Nacional e Regional

As características climáticas de determinada área são determinadas por fatores climáticos 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, 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 Brasil como território com variedade climática zonal dada a sua extensão, distinto em Equatorial, Temperado, e as Tropicais Zona Equatorial, Nordeste e Brasil Central. Além de mostrar a representação das diferentes zonas climáticas do território brasileiro agrupadas pela temperatura e umidade, a Figura 11.2 também mostra a caracterização por tons e sobretons: quente, subquente, mesotérmico brando e mesotérmico mediano.

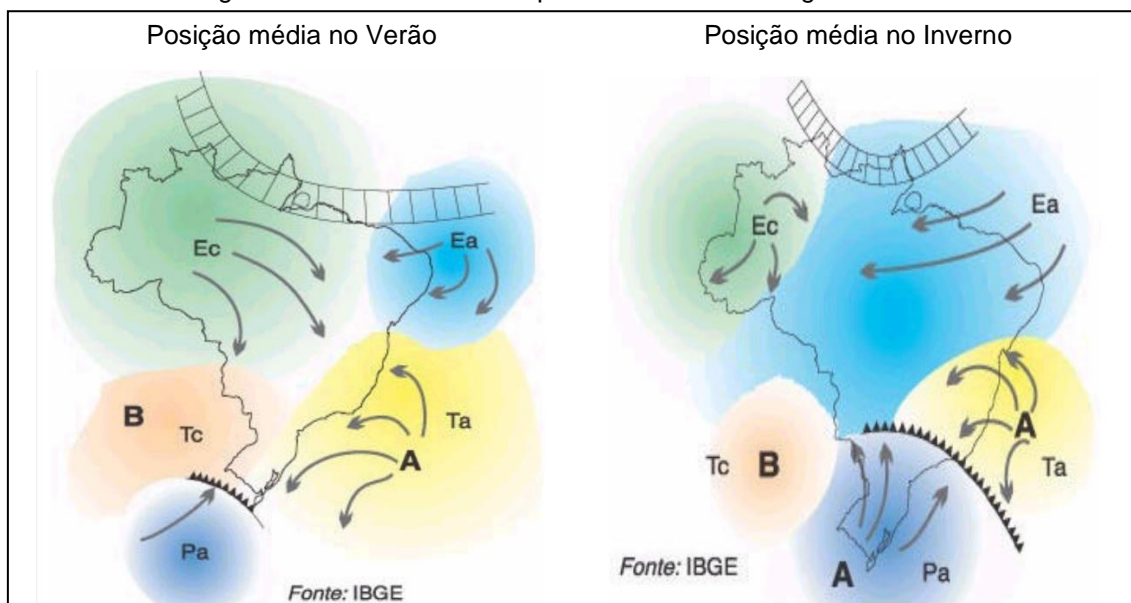
Figura 11.2 – Mapa das zonas climáticas do território brasileiro.



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 11.3 mostra a posição média dessas massas de ar no verão e no inverno. A Tabela 11.1 apresenta um resumo das características das massas de ar que atuam na região do empreendimento, compilados de Mendes (2001).

Figura 11.3 – Massas de ar que atuam no Brasil segundo IBGE.



Fonte – IBGE.

Tabela 11.1 – Características das massas de ar que atuam na região do empreendimento.

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 a área do empreendimento está localizada, 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.

11.2.3. Normal climatológica

A dinâmica climática no município de Romaria e, por extensão, no local onde se insere as áreas de influência do empreendimento, está 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).

O município de Romaria apresenta clima do tipo Aw, caracterizado como clima Tropical marcado pela sazonalidade bem definida de dois períodos: verão quente com chuvas e inverno brando e seco, segundo classificação internacional de Köppen.

As normais climatológicas anuais são apresentadas na Tabela 11.2 inerente à estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia Uberlândia - A507 implantada no campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia.

Tabela 11.2 – 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

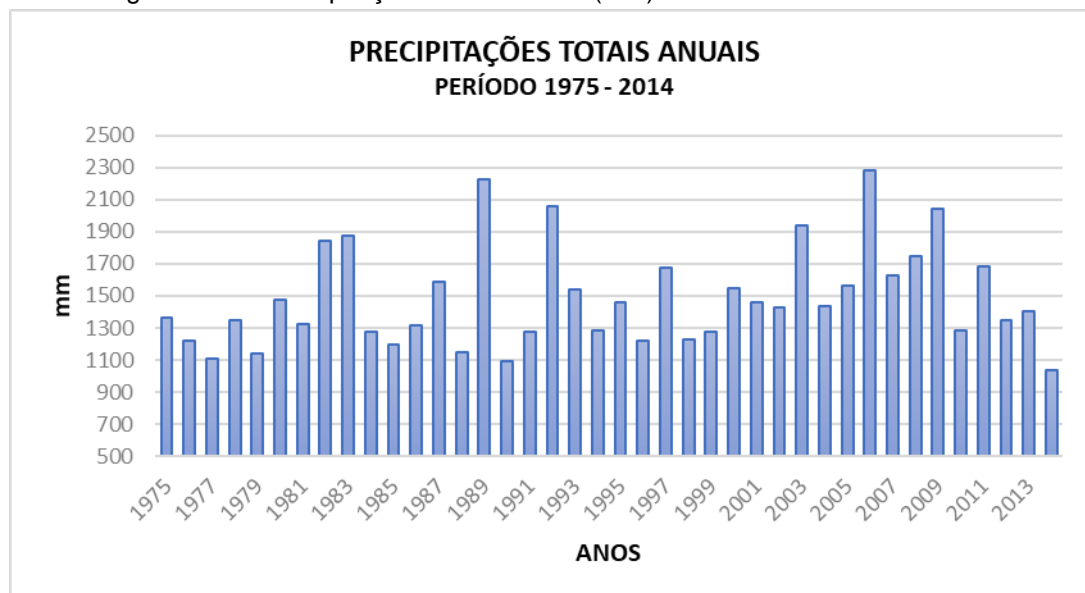
Fonte – Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos – LCRH-IG/UFU.

11.2.4. 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 11.4.

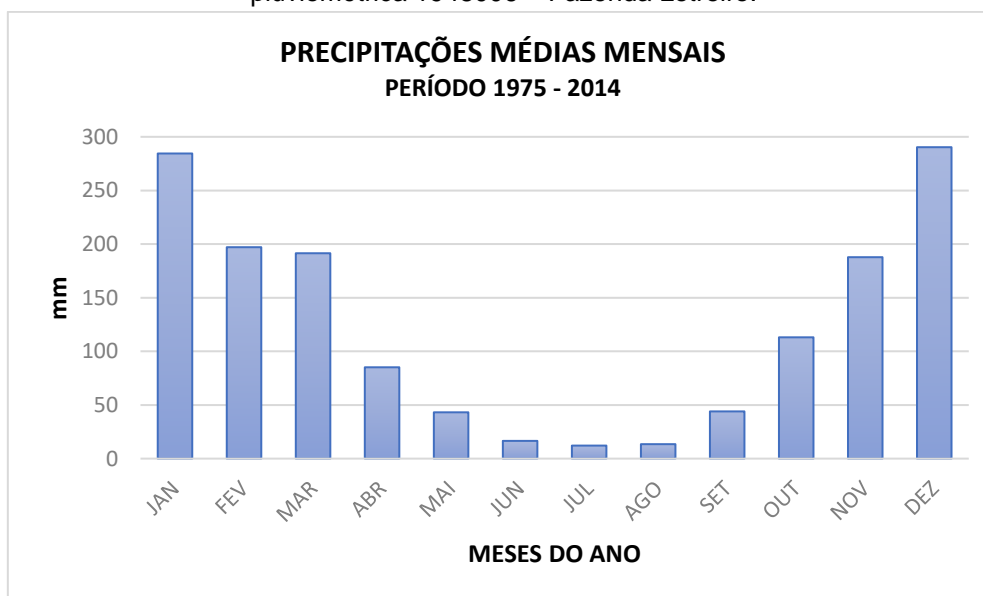
Figura 11.4 – Precipitações totais anuais (mm) da série histórica 1975-2014.



Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

A Figura 11.5, referente às 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 11.5 – Precipitações médias mensais (mm) referente ao período 1975-2014. Estação pluviométrica 1948006 – Fazenda Letreiro.



Fonte – Agência Nacional de Águas (2019).

A Tabela 11.3 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 11.3 – 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 11.4 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 2.3.1-3).

Tabela 11.4 – Precipitações máximas em 24 horas (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).

11.2.5. Temperatura

A Tabela 11.5 e a Figura 11.6 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.

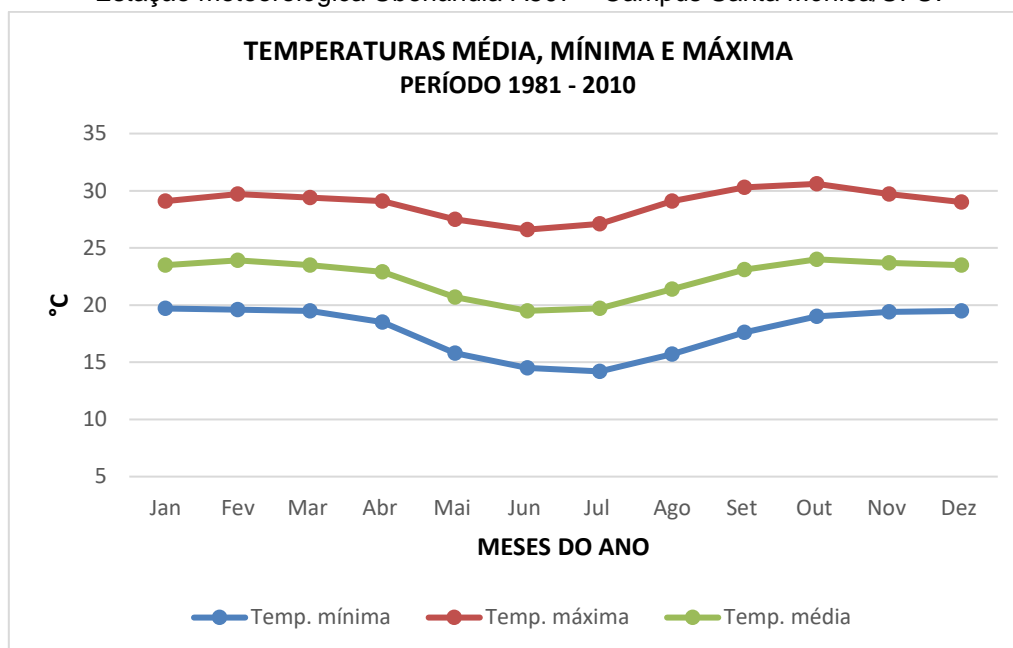
O trimestre maio a julho corresponde aos meses com menores valores das temperaturas média e mínima registrados na estação meteorológica. O período compreendido entre outubro e março apresenta os maiores valores médio, mínimo e máximo, e o mês de outubro o maior registro de temperaturas média (24,0°C)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

Tabela 11.5 – 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 11.6 – 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.

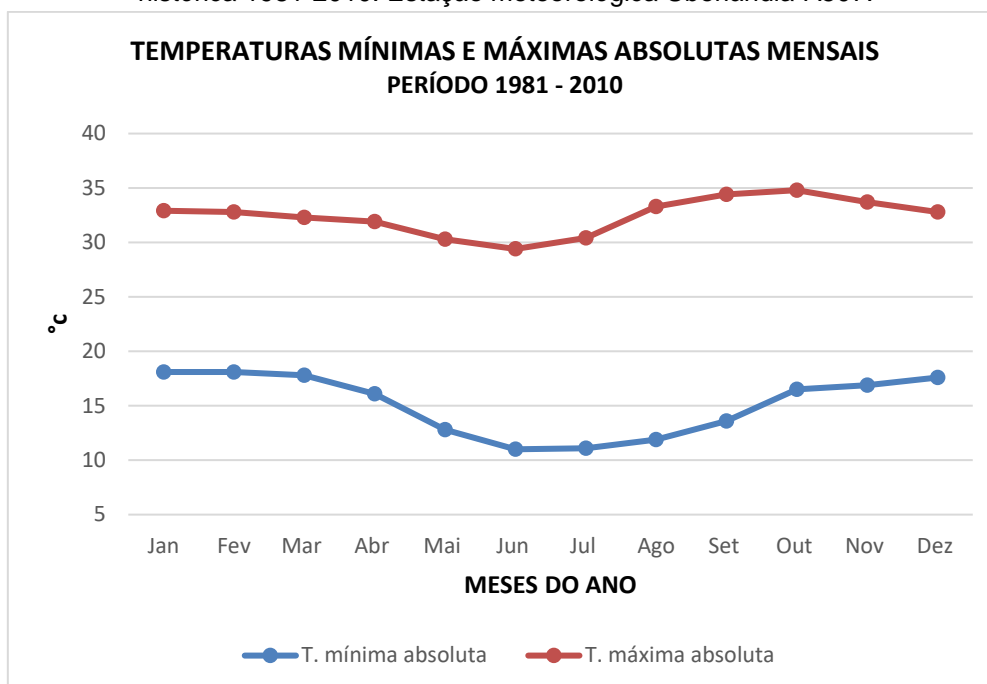
As temperaturas mínimas e máximas absolutas registradas no período analisado são apresentadas na Tabela 11.6 e Figura 11.7. Os meses de junho (11,0°C), julho (11,1°C) e agosto (11,9°C) apresentaram os menores valores de temperatura mínima absoluta. O trimestre setembro (34,4 °C), outubro (34,8°C) e novembro (33,7 °C) registrou os maiores valores de máxima absoluta.

Tabela 11.6 – 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 11.7 – 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.

11.2.6. Umidade Relativa Do Ar

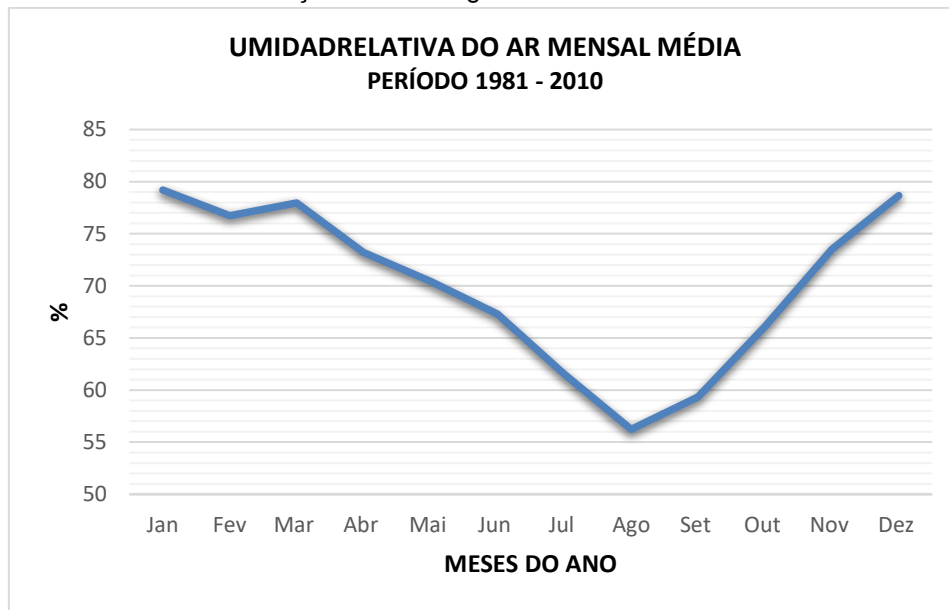
A umidade relativa do ar apresentou média mensal de 62 a 79% e média anual de 70% no período 1981 – 2010, conforme pode ser observada (Tabela 11.7 e Figura 11.8). São atribuídos aos meses sequenciais de junho a setembro valores inferiores a 70%. Dezembro e janeiro apresentam maiores valores de umidade relativa (79%). A curva da umidade relativa do ar da Figura 11.8 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 11.7 – 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.

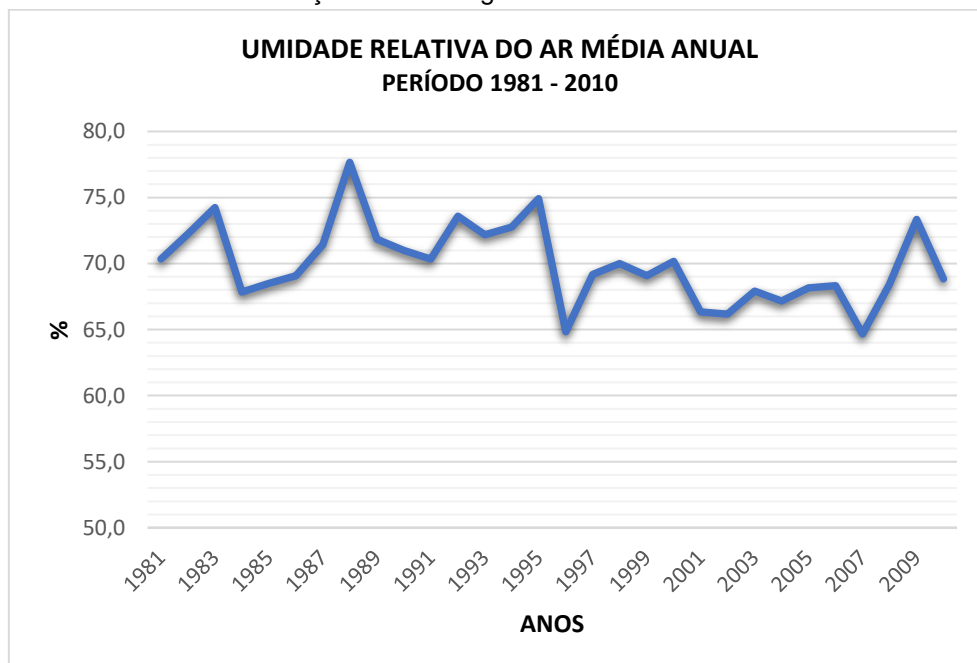
Figura 11.8 – Umidade relativa do ar mensal média referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Figura 11.9 mostra que a umidade relativa do ar média anual variou de 64,7% em 2007 a 77,7% no ano de 1988.

Figura 11.9 – Umidade relativa do ar média anual referente à série histórica 1981-2010. Estação meteorológica Uberlândia-A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Tabela 11.8 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 11.8 – 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.

11.2.7. Direção e Intensidade do Vento

O estado de Minas Gerais, Segundo Amarante (2001), encontra-se numa zona de influência do centro de alta pressão Anticiclone Tropical do Atlântico, resultando em acentuada ocorrência 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, resultando em marcante sazonalidade.

De acordo com 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 a direção na região. O autor mencionado constatou que a intensidade dos ventos é maior no Inverno e na Primavera.

A direção predominante do vento no município de Romaria é a Nordeste. A Tabela 11.9 mostra as direções predominantes do vento por estação do ano. No Outono e Primavera a direção predominante é Leste, no Verão predomina ventos de Norte-Nordeste e no inverno, o predomínio é Leste-Nordeste.

Tabela 11.9 – Direção predominante do vento por estação do ano.

Meses	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Direção	NNE		E			ENE			E			

Estação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
----------------	-------	--------	---------	-----------

Fonte – Novais, 2011.

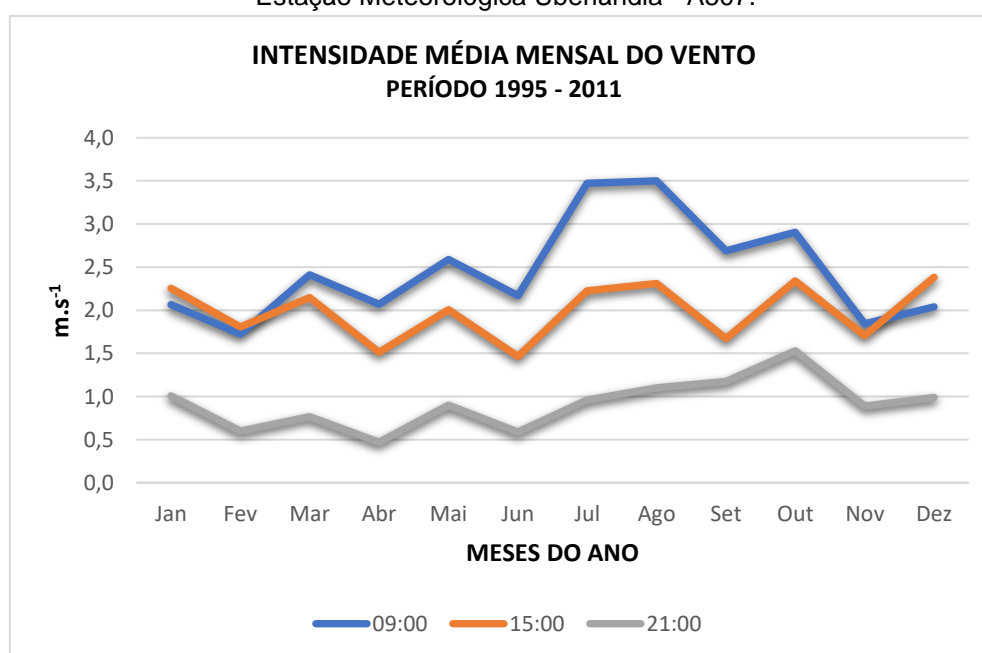
A Tabela 11.10 e a Figura 11.10 mostram a intensidade média mensal de vento referente ao período de 1995-2011 registrados diariamente em três horários (9h, 15h e 21h). A intensidade do vento é maior no inverno e na primavera. As maiores médias são observadas em agosto (2,30 m.s⁻¹) e outubro (2,26 m.s⁻¹), enquanto que as menores médias referem-se ao mês de abril (1,35 m.s⁻¹) e fevereiro (1,38 m.s⁻¹). Os maiores valores são registrados no horário matutino e correspondem aos meses de agosto (3,50 m.s⁻¹) e julho (3,47 m.s⁻¹). Os menores valores são verificados no período noturno referente aos meses abril (0,47 m.s⁻¹) e fevereiro (0,60 m.s⁻¹).

Tabela 11.10 – Intensidade do vento (m.s⁻¹), médias mensais referente ao período 1995 a 2011.

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 – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

Figura 11.10 – Intensidade do vento (m.s⁻¹) média referente à série histórica 1995-2011. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.

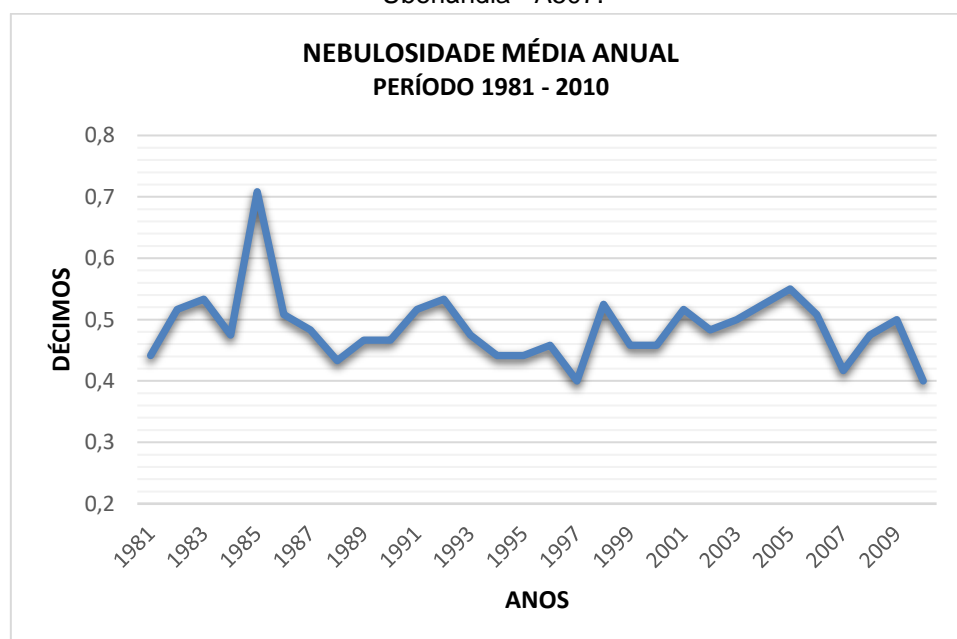


11.2.8. Nebulosidade

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 11.11).

Figura 11.11 – Nebulosidade média anual em décimos (1981-2010). Estação Meteorológica Uberlândia - A507.

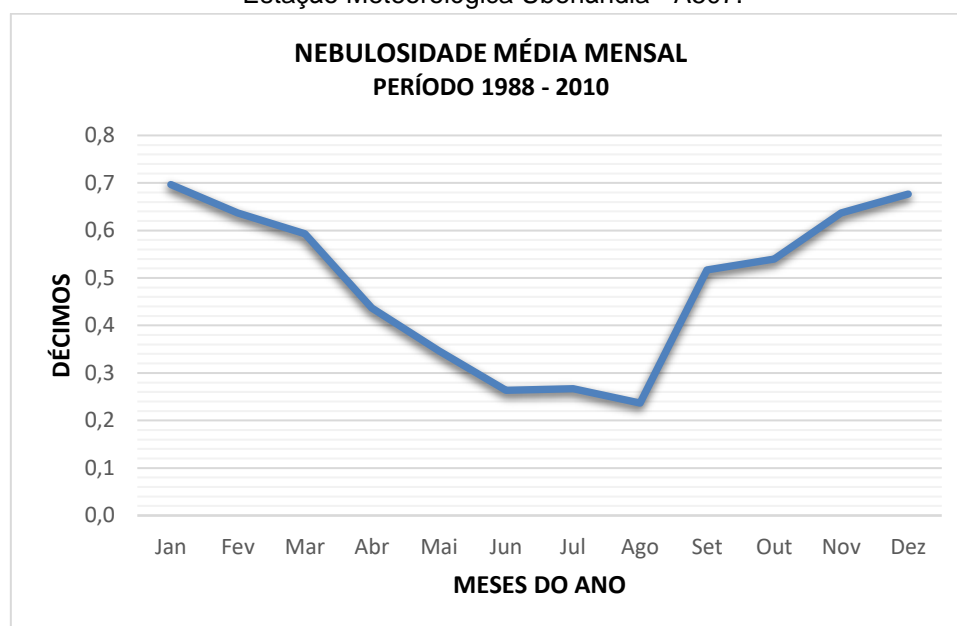


Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

A Figura 11.12 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 11.12 – Nebulosidade média mensal em décimos referente à série histórica 1981-2010. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

11.2.9. 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 região 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.

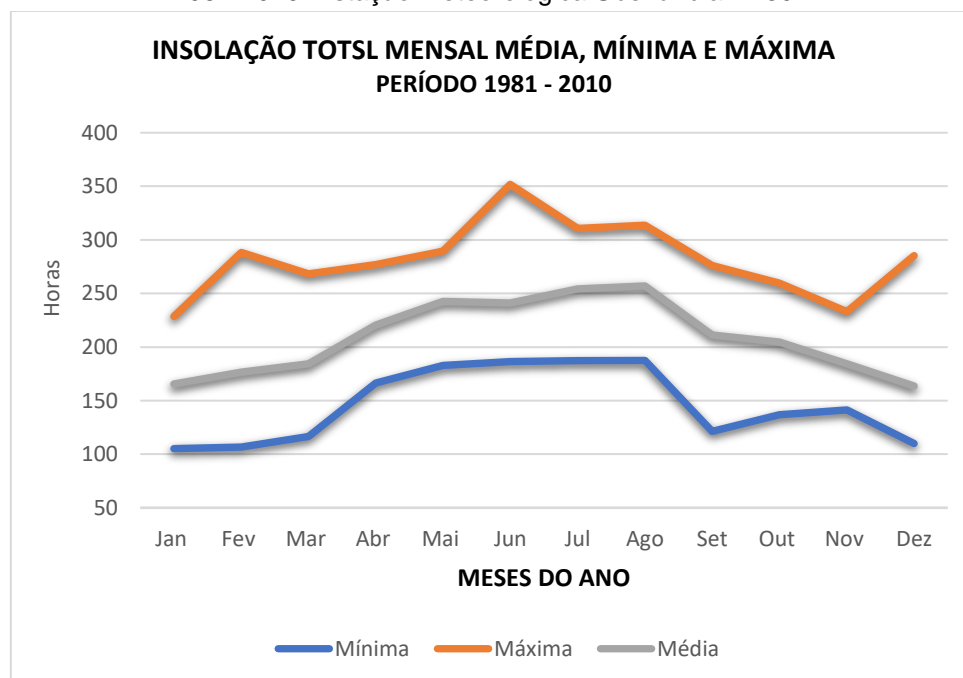
A Tabela 11.11 e a Figura 11.13 mostram os valores totais mensais médios, mínimos e máximos de insolação, em horas. A insolação média mensal que apresenta maior índice total de horas referente ao período de 1981-2010 é o mês de agosto com 257,0 horas. A menor média mensal registrada refere-se ao mês 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 11.11 – 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 11.13 – Insolação total mensal média, mínima e máxima referente à série histórica 1981-2010. Estação Meteorológica Uberlândia - A507.



Fonte – LCRH-IG/UFU; SILVA, 2013.

11.3. Geologia

11.3.1. Aspectos metodológicos

Os estudos empreendidos para a elaboração do diagnóstico do meio físico das propriedades rurais de Matias Michels consistiram, primeiramente, em interpretação de imagens de satélite e levantamentos de campo com o objetivo de reconhecimento e identificação dos aspectos específicos ligados à geologia, geomorfologia, hidrografia hidrogeologia das áreas de influência do empreendimento. Findada esta fase de levantamentos preliminares, foram realizadas pesquisas de informações secundárias acerca dos temas relacionados ao meio físico em publicações acadêmicas e técnicas, relatórios técnicos, mapas temáticos, entre outros. De posse do conjunto de informações do meio físico, seguiu-se a uma nova etapa de trabalhos de campo, desta vez visando a confrontação e validação das informações obtidas nas duas fases anteriores.

O conjunto de informações levantadas nas três etapas foi fundamental para a elaboração do diagnóstico de todos os componentes do meio físico nas áreas de influência (ADA, AID e AII) em particular a geologia regional e local e, a partir disso, identificar, analisar e caracterizar os impactos ambientais no meio geológico relacionados às atividades desenvolvidas no empreendimento.

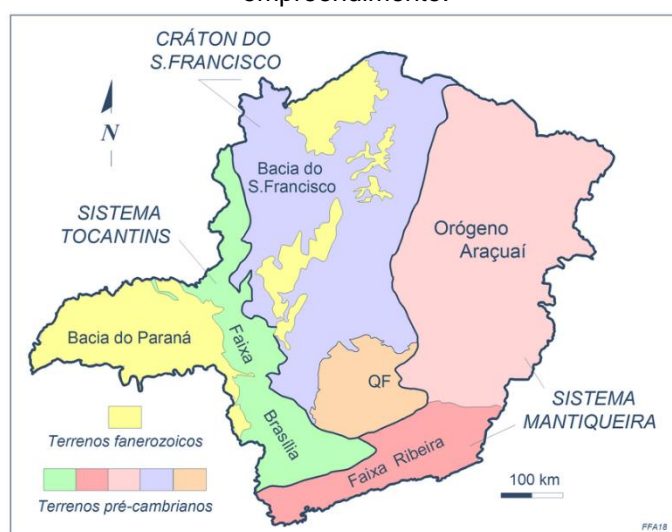
11.3.2. Contexto geológico regional

O empreendimento objeto do presente EIA está localizado na região do Alto Paranaíba, no município de Romaria, compreendido entre as coordenadas geográficas 18°55'58" e 18°59'57" de latitude Sul e 47°31'11" e 47°34'45" de longitude Oeste. A área encontra-se próxima ao limite entre os municípios de Romaria e Iraí de Minas, sendo a sede municipal desta última a mais próxima do empreendimento, distando cerca de 8 km.

A região do Alto Paranaíba 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 é 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 pela Bacia Sedimentar do Paraná e, a Norte, pela Bacia do Parnaíba (Figura 11.14).

Figura 11.14 – Representação esquemática do arcabouço tectônico da região onde se insere o empreendimento.



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 Brasileiro-Panafricano, dentre as quais inclui-se o Orógeno Brasília. Sobre o Cráton do São Francisco depositaram-se de idade Neoproterozóica denominada Bacia do São Francisco. Posteriormente, já no fanerozóico, entre os períodos Permo-carbonífero e Cretáceo, desenvolveu-se uma bacia sedimentar do tipo intracratônica abrangendo uma área de 150.000 km² os quais recobrem parcialmente os estados de Tocantins, Bahia, Goiás e Minas Gerais, denominada Bacia Sanfranciscana.

Dessa forma, as camadas sedimentares depositadas sobre o Cráton do São Francisco, mesmo aquelas de idade Neoproterozóica, apresentam-se

praticamente sem alteração na sua atitude, com 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, praticamente no limite desta com a Faixa de Dobramentos Brasília. Desse modo, rumo Leste, as camadas sedimentares da Bacia do Paraná transgridem sobre as litologias Neoproterozóicas da Faixa de Dobramentos a meio caminho entre as cidades de Iraí de Minas e Patrocínio. Seguindo para o Leste, a poucos quilômetros da cidade de Patrocínio o Orógeno Brasília faz divisa com a Bacia Sedimentar do São Francisco, cujas litologias repousam sobre o Cráton do São Francisco. Mais para o Leste, a altura da cidade de Patos de Minas, tem-se início da Bacia Sanfranciscana, onde ocorrem as rochas piroclásticas do vulcanismo básico do Grupo Mata da Corda e sedimentos clásticos do Grupo Areado.

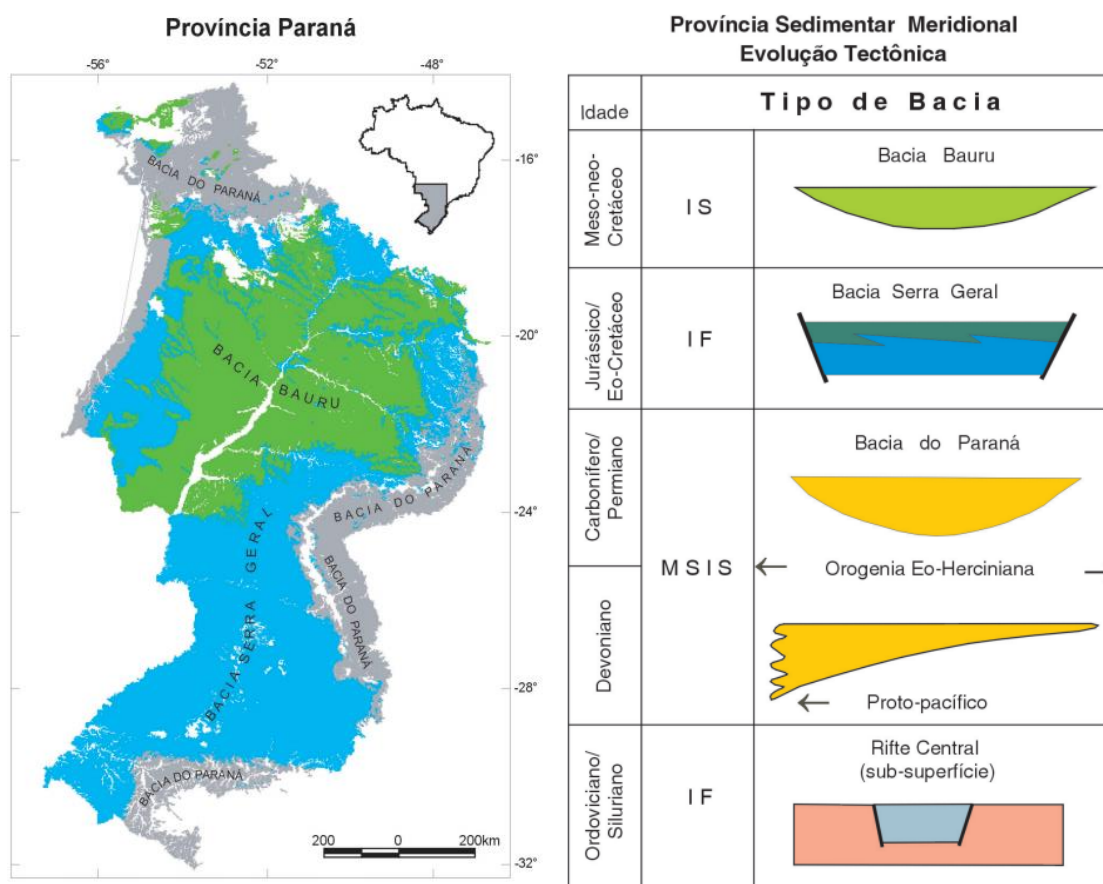
11.3.3. Considerações Sobre a Evolução Geológica Regional

11.3.3.1. 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, 2004).

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: bacia Serra Geral constituída, sobretudo, de magmatitos básicos e a Bacia Bauru, composta por litologias exclusivamente sedimentares (Figura 11.15).

Figura 11.15 – Esboço geológico da Província Paraná e sua evolução tectônica.



Fonte – Adaptado de Silva et al. 2003.

O que diferencia a Bacia Sedimentar do Paraná nas regiões do Triângulo Mineiro e 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 os grupos São Bento, representado pelas formações Botucatu e Serra Geral e o Bauru, constituído pelas formações Uberaba, Adamantina e Marília, ambos de idade Mesozóica, compreendendo os períodos Triássico 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 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 do empreendimento, porém, camadas de arenito eólico podem ser observadas na cava de uma antiga mineração de diamante na cidade de Romaria, onde a espessura não atinge uma dezena de metros.

A Formação Serra Geral é representada pelos diversos níveis de basaltos resultantes de sucessivos episódios de derramamento de lavas básicas ocorridos entre o Jurássico e Cretáceo. As exposições contínuas de basaltos restringem-se aos 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 na região do estudo.

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 e clima semi-árido. Predominam arenitos, desde finos até grosseiros, argilitos e siltitos avermelhados e esbranquiçados, comumente limonitizados, dispostos em pacotes maciços e geralmente silicificados e com estratificação cruzada de pequeno e médio porte. Ocorrem em toda a AID do empreendimento.

11.3.3.2. 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 anfíbolito, alcançando condições de fácies granulito ou eclogito 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 11.16) 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 11.16 – 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, este último inclui a Faixa de Dobramentos Brasília.

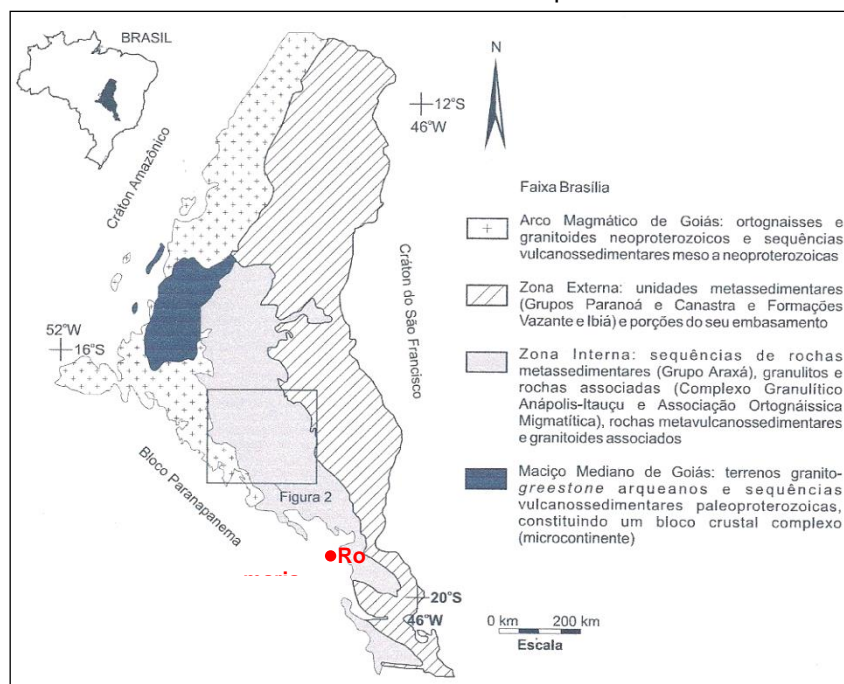


Fonte – Modificado de Schobbenhaus & Brito Neves, 2003.

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 11.17, a seguir, apresenta as zonas Interna e Externa, conforme Navarro et. al. 2013, modificado de Fuck, 1990.

Figura 11.17 - Faixa de Dobramento Brasília e a localização da cidade de Romaria situada a cerca de 25 km de distância do empreendimento.



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 a partir de cinco seções geológicas e estruturais com o objetivo de caracterizar e comparar o acervo estrutural da Zona Interna (antiga Faixa Uruaçu) com o da Zona Externa da faixa.

Os referidos autores verificaram que o Domínio Externo no setor meridional da Faixa Brasília, no Estado de Minas Gerais, possui estrutura de um cinturão de dobras e empurrões com extensas falhas de empurrão, longitudinais,

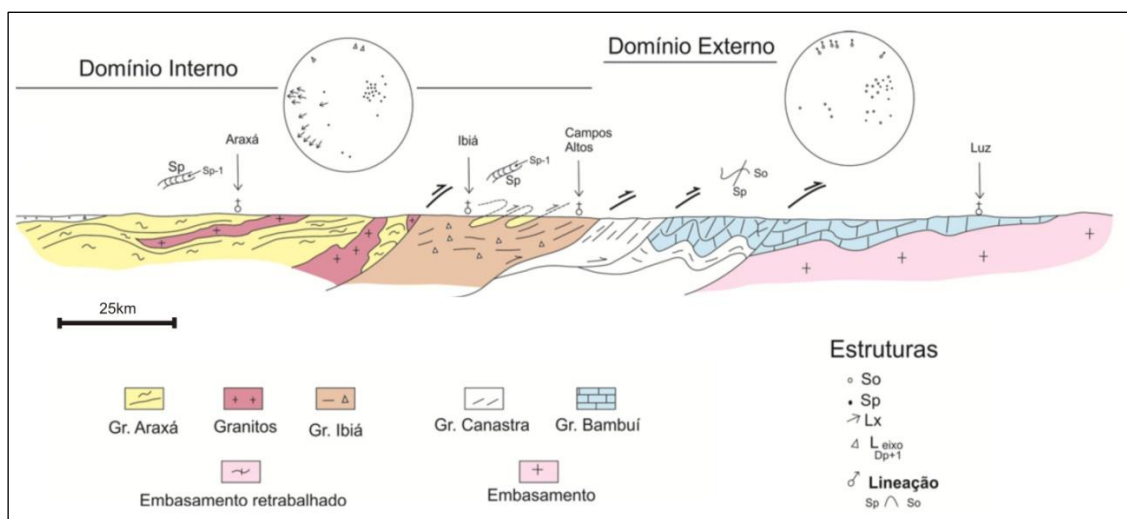
que invertem a estratigrafia das unidades Vazante (sequência argilosa e argilo-dolomítica com estromatólitos de barreira recifal), Grupo Canastra (filitos carbonosos, quartzitos, filitos ou xistos) e Grupo Ibiá (metadiamicritos e xistos) (Campos Neto, 1979; Freitas-Silva, 1991; Pereira, 1992). Para o Sul, em direção a Passos, os autores verificaram que, com o aumento da deformação, o Domínio Externo fica reduzido e se confunde com o Domínio Interno.

O Domínio Interno da Faixa Brasília inclui unidades alóctones do Grupo Araxá e Grupo Serra da Mesa, assim como porções do embasamento fortemente envolvido 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. O Grupo Serra da Mesa (Marini et al., 1981) é constituído por xistos com granada, estaurolita, cianita e intercalações de quartzitos e mármores, porém, aflora ao Norte da Faixa Brasília, constituindo-se num provável equivalente lateral do Grupo Araxá (Fuck & Marini, 1981).

A seção estrutural - Araxá – Ibiá - Campos Altos – Luz, onde afloram os Grupos Bambuí (siltitos), Canastra (quartzitos, xistos e mármores), Ibiá (xistos calcíferos) e Araxá (xistos com quartzo, granada, anfíbolitos e granitos), é apresentada na Figura 11.18.

Figura 11.18 – Seção estrutural Araxá – Ibiá – Campos Altos – Luz mostra os domínios interno e externo da Faixa de Dobramentos Brasília.



Fonte – Uhlein, et.al. 2013, modificado.

11.3.4. Geologia das Áreas de Influência do Empreendimento

A área do empreendimento se encontra muito próxima do limite da Bacia Sedimentar do Paraná com a Faixa de Dobramentos Brasília. Litologias sedimentares da Formação Marília sobrepõem aos micaxistos do Grupo Araxá, sendo que este último faz parte da mencionada faixa orogênica. Embora o contato geológico entre essas duas unidades não possa ser observado nos limites do empreendimento, pode ser visto no leito do rio Bagagem e na cava da antiga mineração de diamante na cidade de Romaria a jusante da AID.

Desse modo, as áreas de influência do empreendimento estão inseridas na área de abrangência da Formação Marília (Cretáceo) da Bacia Sedimentar do Paraná e do Grupo Araxá, unidade geológica Neoproterozóica da Faixa de Dobramentos Brasília.

11.3.4.1. Grupo Araxá

Teixeira e Danni (1978) ao estudarem a porção sul da Faixa de Dobramentos Brasília dividiram o Grupo Araxá em Sequência Passos, constituída de xistos granadíferos e feldspáticos e na Formação Canastra, constituída das sequências Serra da Ventania (quartzitos, muscovita-xistos e metassedimentos tufáceos) e Itaú (filitos, clorita-xistos e metacalcários).

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 presença de lentes de rochas metamáficas (anfíbolito, granada anfíbolito, anfíbolio xisto) e de metaultramáficas (serpentinó, actinolita xisto, clorita xisto e talcoxisto, localmente com lentes de cromita podiforme associadas), tectonicamente intercaladas nos metassedimentos do Grupo Araxá, são interpretadas como restos de assoalho oceânico, assumindo características de *mélange* ofiolítica obductada por cima de uma margem

continental por meio de *nappes*, com movimento do topo de oeste para leste (Valeriano et al., 2004).

Na área-tipo, o Grupo Araxá é constituído por rochas metamáficas (anfíbolitos grossos a finos, clorita-anfíbólio xistos até clorita xistos) e, subordinadamente, por rochas metassedimentares derivadas de sedimentos pelíticos, ambas intrudidas por granitos com assinatura colisional, além de raras exposições de ultramáficas como serpentinitos e anfíbólio-talco xistos (Seer, et al., 2001).

Corpos de rochas granitóides intrudidos nos mica xistos e rochas metabásicas do Grupo Araxá, denominados por Seer et al. (2005) como granitos de Araxá, são representados por dois tipos petrográficos: biotita granito e biotita-muscovita granito (granito a duas mica). Ambos caracterizam-se como leucogranitos predominantemente cinza-claro, mais raramente, rosados.

Seer (2001), com base nas características geoquímicas dos anfíbólios e bimodalidade das idades modelo Sm-Nd dos metassedimentos, sugere a evolução do Grupo Araxá em uma condição geotectônica de uma bacia oceânica de retro-arco. Para Pimentel et al. (1999), a formação dessa bacia retro-arco teria se processado entre 1,2 e 0,9 Ga e a deposição dos sedimentos que dariam origem às rochas metassedimentares do Grupo Araxá teria ocorrido entre 0,9 e 0,7 Ga.

A Leste do alinhamento aproximado estabelecido pelas cidades de Sacramento, Perdizes e Romaria afloram continuamente as litologias do Grupo Araxá até se sobreporem 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.

11.3.4.2. Grupo São Bento

11.3.4.2.1. Formação Botucatu

Os arenitos eólicos da Formação Botucatu representam o início das atividades deposicionais da Bacia Sedimentar do Paraná na região do Triângulo

Mineiro e Alto Paranaíba. Assentam-se diretamente sobre litologias Pré-Cambrianas, em discordância erosiva, pertencentes aos grupos Araxá (Neoproterozóico) ou Canastra (Proterozóico Superior) e sotopostos aos basaltos da Formação Serra Geral e rochas sedimentares do Grupo Bauru.

A espessura da Formação Botucatu raramente ultrapassa 80 metros no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Os maiores valores são observados entre as cidades de Sacramento e Conquista, no vale do rio Grande, onde a unidade se sobrepõe aos quartzitos do Grupo Canastra. Tende à diminuição em direção ao vale do rio Paranaíba. A noroeste da cidade de Araguari, no vale do rio Paranaíba, os afloramentos desses arenitos apresentam espessuras inferiores a duas dezenas de metros. Para oeste, em sentido ao pontal do Triângulo Mineiro, tende ao acréscimo, porém, a unidade acha-se recoberta pela Formação Serra Geral.

Exposições mais significativas de arenitos podem ser observadas em alguns pontos localizados nas proximidades da cidade de Romaria, no vale do rio Bagagem e na cava da antiga mineração de diamante.

11.3.4.2.2. Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é caracterizada pelas rochas efusivas de natureza básica e pequenas 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 para a 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 recobrem grande parte do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Triângulo Mineiro, Sul de Goiás e parte 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 cenozoicos. Entretanto, nos vales dos grandes cursos d'água que drenam a

região, ocorrem as melhores exposições, tais como: Grande, Paranaíba e alguns afluentes destes.

Os derrames basálticos, quando não assentados sobre os arenitos da Formação Botucatu, sobrepõem diretamente ao embasamento cristalino, constituído pelo Grupo Araxá ou pelo Grupo Canastra.

Basaltos da Formação Serra Geral não ocorrem na AID do empreendimento, porém, podem ser vistos na All junto ao vale do rio Bagagem, praticamente no seu limite. Fora da All, os basaltos da Formação Serra Geral afloram ao longo dos vales dos rios Araguari, Paranaíba e no baixo curso do rio Bagagem, em razão de as camadas sobrejacentes terem sido erodidas pelo aprofundamento dos respectivos vales. Onde os rios Araguari, Paranaíba e Bagagem já transpuseram os derrames basálticos, atualmente desenvolve o seus leitos sobre as rochas do Grupo Araxá.

11.3.4.3. Grupo Bauru

11.3.4.3.1. Formação Marília

A Formação Marília encontra-se assentada sobre a Formação Adamantina no Triângulo Mineiro e, na ausência dessa última, estabelece contato direto com a Formação Serra Geral. Os litotipos da Formação Marília afloram em áreas extensas, abrangendo a parte do Triângulo Mineiro situada a Leste do alinhamento aproximado entre as cidades de Uberaba e Itumbiara e a oeste do alinhamento entre as cidades de Perdizes e Monte Carmelo na região do Alto Paranaíba. Encontram-se recobertos por sedimentos cenozóicos em algumas áreas, sobretudo nos topos das 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 representado por 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.

11.3.5. Geologia no contexto da AID e ADA do empreendimento

Duas unidades geológicas podem ser distinguidas nas áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada do empreendimento: o Grupo Bauru e o Grupo Araxá. O Grupo São Bento ocorre de forma restrita em porções próximas dos limites Sul e Norte da AII.

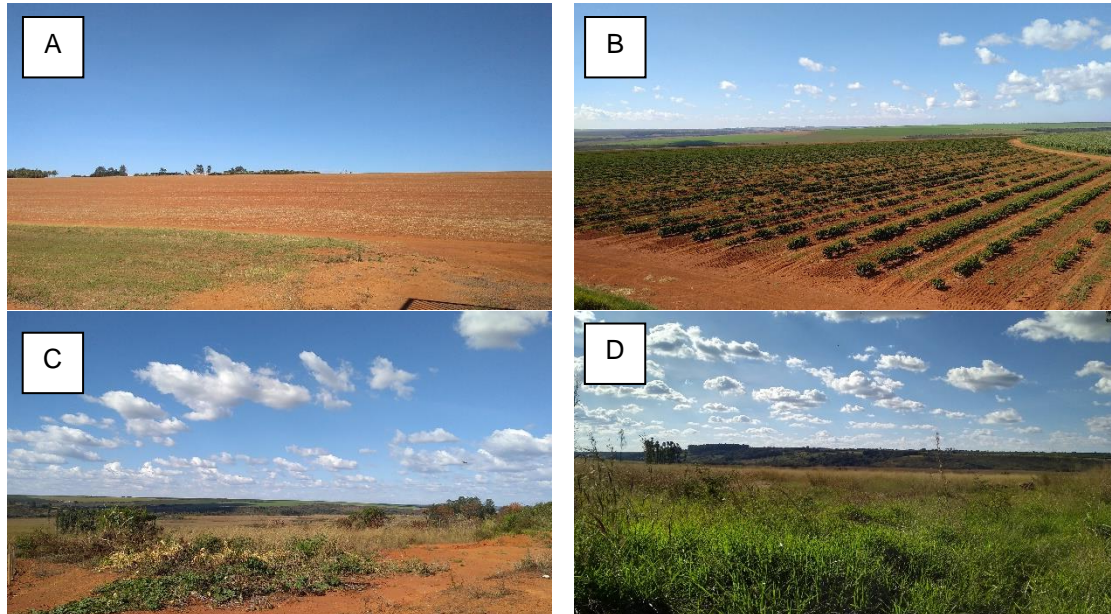
O Grupo Bauru é representado na AID pela Formação Marília, formada por arenitos imaturos, arenitos conglomeráticos e conglomerados. A AID do empreendimento encontra-se quase que totalmente inserida na Formação Marília, enquanto a ADA, está representada exclusivamente nesta Formação. A Figura 3.5.1 ilustra, em área de ocorrência da Formação Marília, o uso do solo voltado para culturas de grãos e perenes (café) e porção de fundo do vale do rio Bagagem.

O Grupo Araxá na área de interesse está associado ao vale fluvial do rio Bagagem nas porções de médio a baixo curso, representado por xistos e quartzitos. Os afloramentos dessas litologias na bacia do rio Bagagem estão localizados próximos da cidade de Romaria, e seguem até a foz deste no rio Paranaíba, já no remanso da represa de Emborcação.

A exposição de basaltos da Formação Serra Geral, subunidade do Grupo São Bento, está associada à trechos na borda da bacia do Paraná na região e em alguns pontos no vale fluvial do rio Araguari, Paranaíba e Bagagem. Na Área de Influência Indireta, a Formação Serra Geral encontra-se restrita ao limite Sul

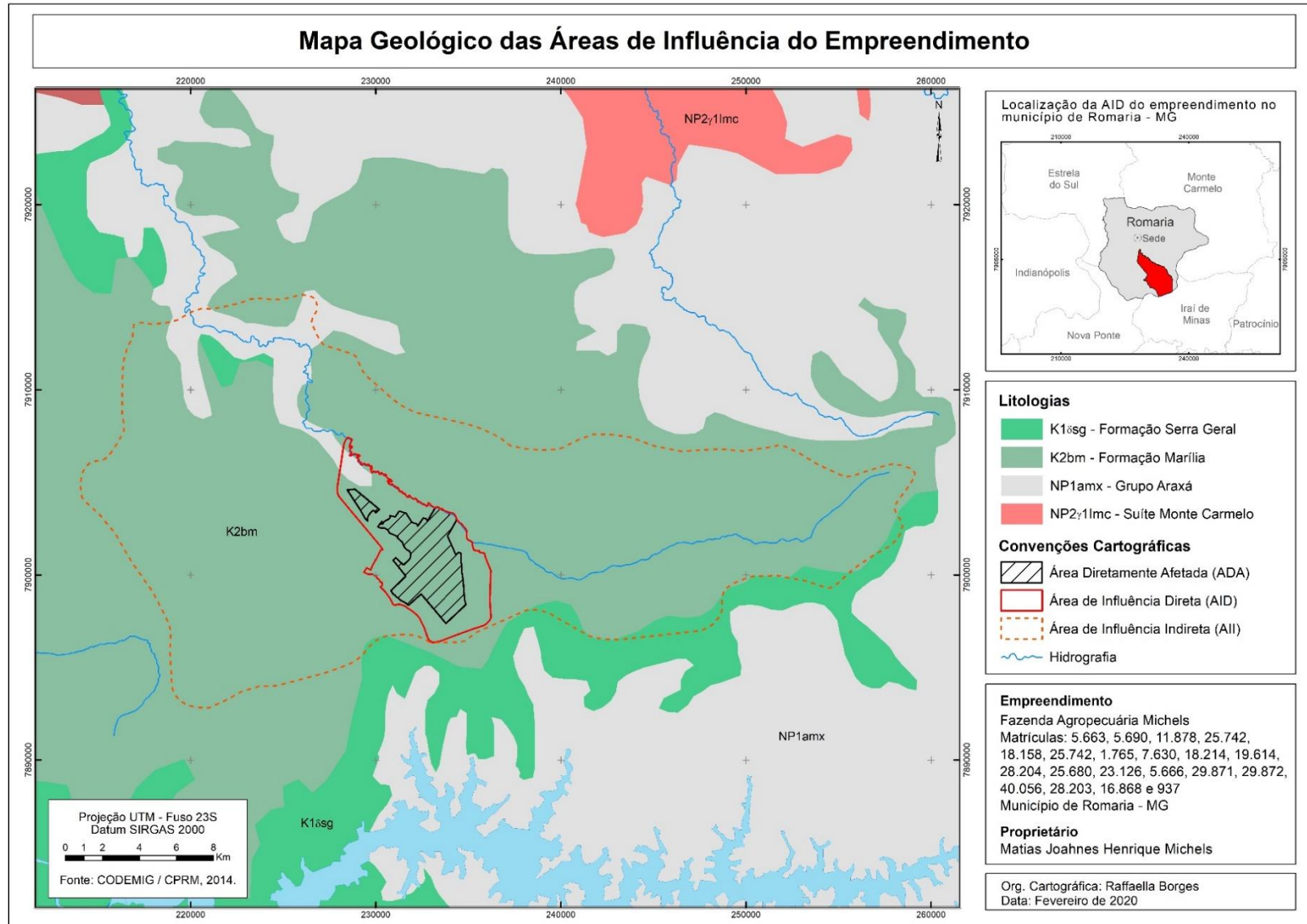
da All do empreendimento, associada ao vale do rio Quebra Anzol e no município de Estrela do Sul, próxima à divisa com o município de Romaria.

Figura 11.19 – (A e B) vista de solos utilizados para agricultura sobre áreas de ocorrência da Formação Marília; (C e D) vista ampla do vale do rio Bagagem em área da ocorrência de litologias da Formação Marília.



A Figura 11.20, a seguir, apresenta o mapa geológico das áreas de influência do empreendimento.

Figura 11.20 – Mapa geológico das áreas de influência do empreendimento.



11.4. GEOMORFOLOGIA

11.4.1. Metodologia e procedimentos técnicos operacionais

A caracterização geomorfológica da AID e ADA do empreendimento e de seu entorno foi realizada com o objetivo de diagnosticar aspectos antrópicos e naturais dos terrenos que sofreram ou que possam sofrer reflexos diretos e/ou indiretos das atividades do empreendimento. Para tanto, foram utilizados dados primários e secundários e o seu tratamento visando a melhor compreensão das características do relevo em termos de suas limitações e potencialidades frente aos fatores naturais e antrópicos predisponentes ao desenvolvimento dos impactos socioambientais.

Foram levantados dados secundários em trabalhos acadêmicos (dissertações, teses e artigos científicos), publicações técnicas, livros, dentre outros. Dados primários foram produzidos ao longo da elaboração do presente EIA, principalmente aqueles adquiridos em levantamento 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, com foco nos limites da AID do empreendimento. Também foram elaborados mapas hipsométrico e de declividade da AID e ADA do empreendimento com utilização do software ArcMap.

A caracterização geomorfológica da AID e ADA do empreendimento seguiu a metodologia de mapeamento do relevo desenvolvida pelo IBGE (2009), que apresenta o seguinte princípio básico:

“A metodologia tem como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados. Para a individualização destes conjuntos de feições, são considerados como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico. De acordo com a ordem decrescente de grandeza são identificados: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas” (IBGE, 2009).

A Figura 11.21 apresenta a taxonomia para mapeamento geomorfológico proposta pelo IBGE (2009) e a Tabela 11.12 mostra a descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009).

Figura 11.21 – Taxonomia para mapeamento geomorfológico (IBGE, 2009).

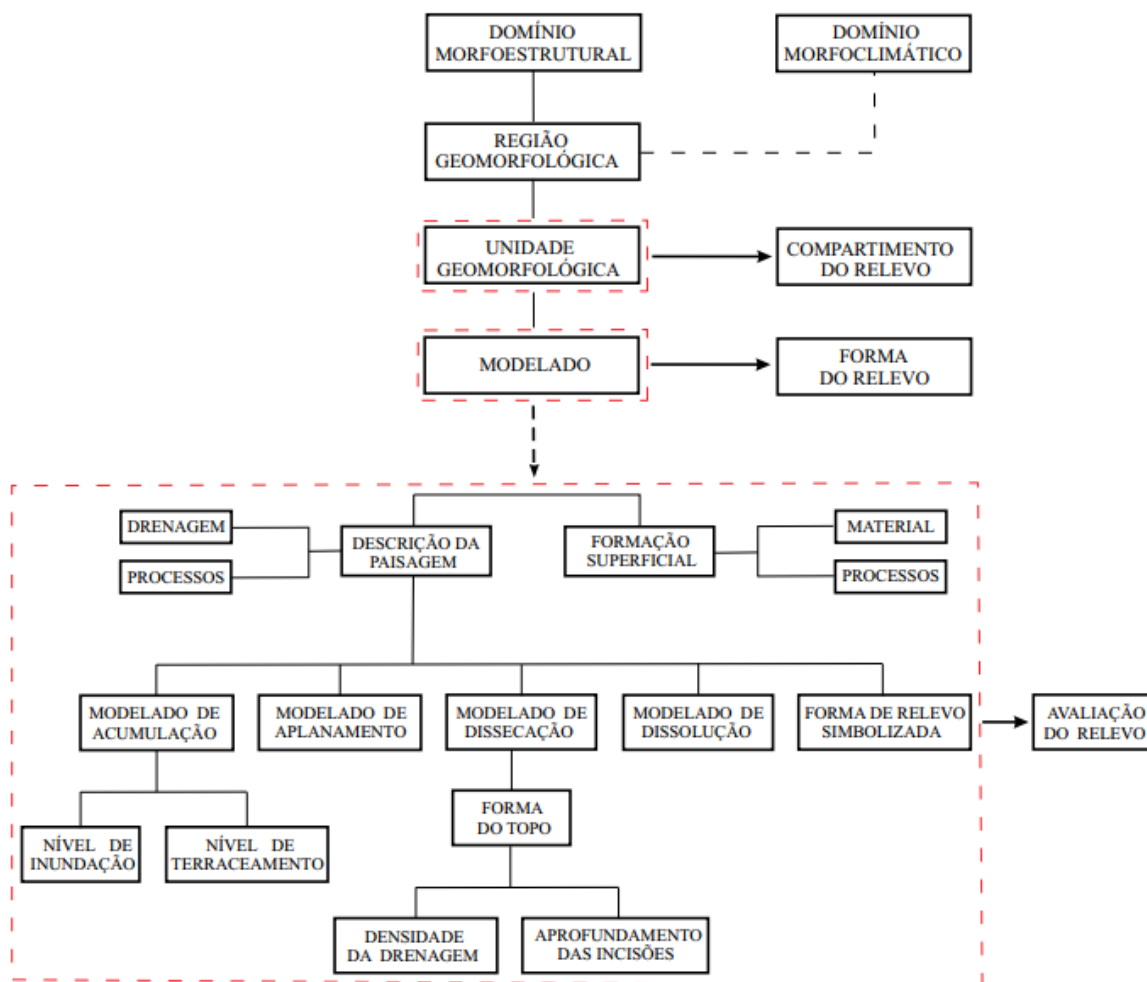


Tabela 11.12 – Descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009).

		CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
NÍVEIS HIERÁRQUICOS	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 feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram.	Bacias sedimentares Cinturões móveis Plataformas e crátons Derrames de lavas
		Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características	Chapada Diamantina Serra da Mantiqueira Serra do Espinhaço

	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.	
	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	<p>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.</p> <p>Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.</p>	Planícies Depressões Tabuleiros
	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.	<p>Modelados de acumulação: diferenciados, em função de sua gênese, em fluviais, lacustres, marinhos, lagunares, eólicos e de gêneses mistas.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Modelados de dissecação: Ocorrem de forma mais generalizada na paisagem brasileira, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinhas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem.</p> <p>As feições de topo do relevo são classificadas em: convexas (c), tabulares (t) e aguçadas (a).</p>

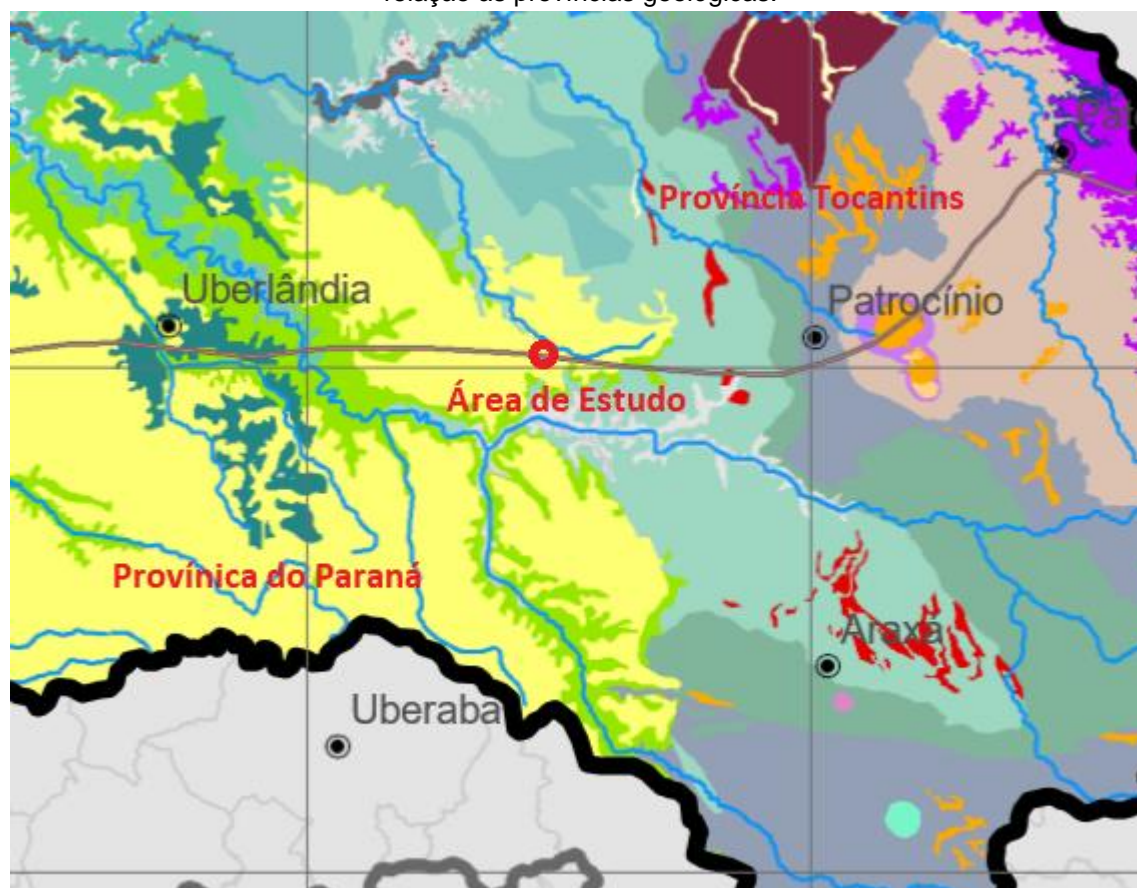
Fonte – IBGE 2009, modificada.

A caracterização geomorfológica da AID e ADA do empreendimento destinou 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 no prognóstico dos possíveis impactos do ponto de vista geomorfológico associados às atividades do empreendimento.

11.4.2. Aspectos Geomorfológicos Regionais

A porção onde se insere o empreendimento faz parte da Província Geológica Paraná, no setor da Bacia Sedimentar do Paraná, próximo ao contato com a província tectônica Tocantins à Leste (Figura 11.22), representada pela subunidade Faixa de Dobramentos Brasília. A área do empreendimento está localizada na região denominada Planalto Setentrional da Bacia do Paraná (Região dos Planaltos Areníticos-Basálticos Interiores), subdivisão Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná da Província Paraná. (EPE, 2006).

Figura 11.22 – Localização da área do empreendimento (indicada pelo círculo vermelho) em relação às províncias geológicas.



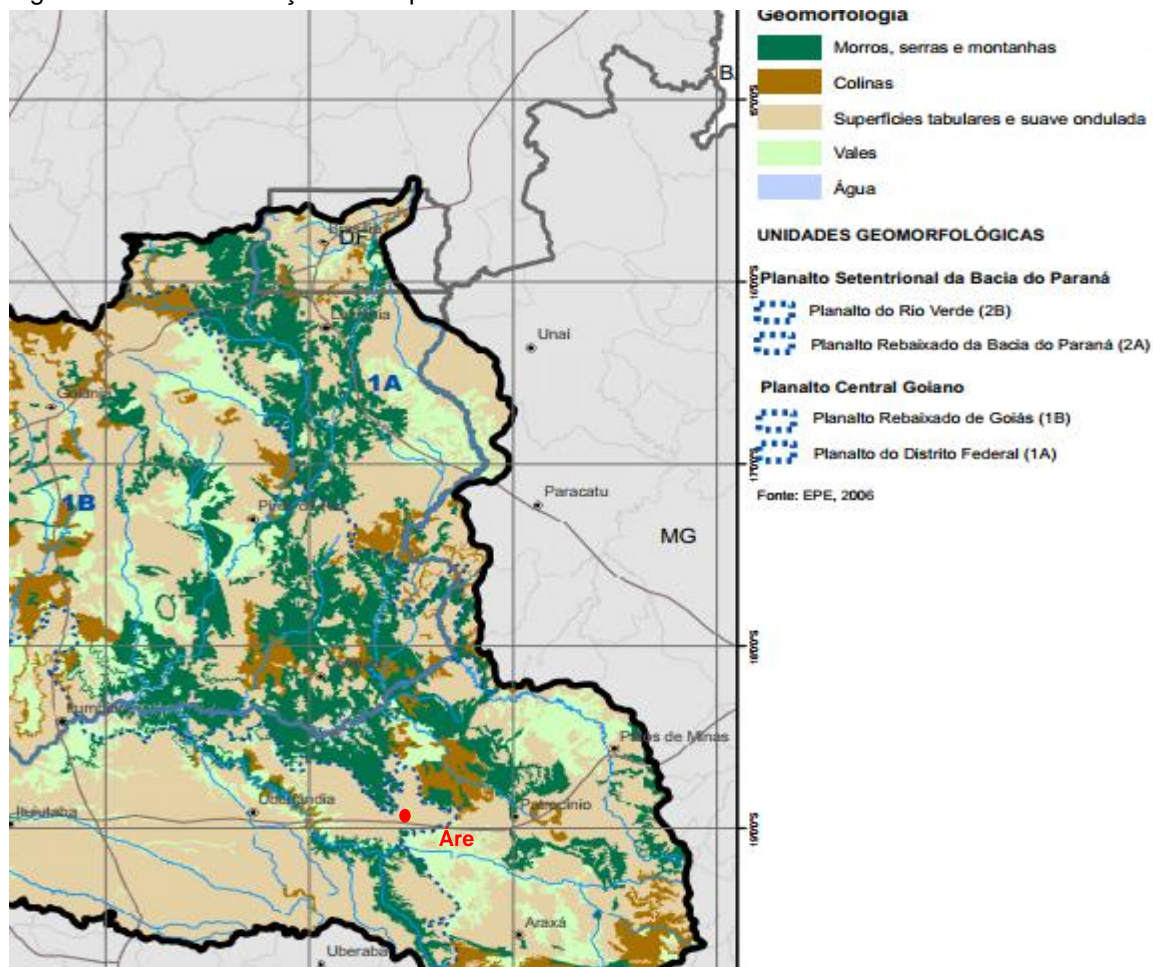
Fonte – Modificado de ANA, 2011.

De acordo com EPE (2006), o relevo na Bacia do Paraná caracteriza-se 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 de 1.000 metros são atingidas nas bordas da bacia e em torno de 420 metros próximo ao rio, o que confere uma configuração de rampa vinculada à sinéclise da Bacia do Paraná (EPE, 2006).

A área do empreendimento encontra-se no extremo Leste do Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná - 2A (Figura 11.23). 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 localizada 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 existente, sendo interrompida por alguns residuais de topos planos e com bordas escarpadas (ANA, 2010).

Figura 11.23 – Localização do empreendimento no Planalto Rebaixado da Bacia do Paraná – 2A.



Fonte – Modificado de ANA, 2010.

De acordo com o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil - IBGE (2006), a Bacia Hidrográfica do rio Bagagem está inserida na área do domínio morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, na região geomorfológica denominada Planalto de Uberlândia em sua porção centro-leste (Figura 11.24).

Figura 11.24 – 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.

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.

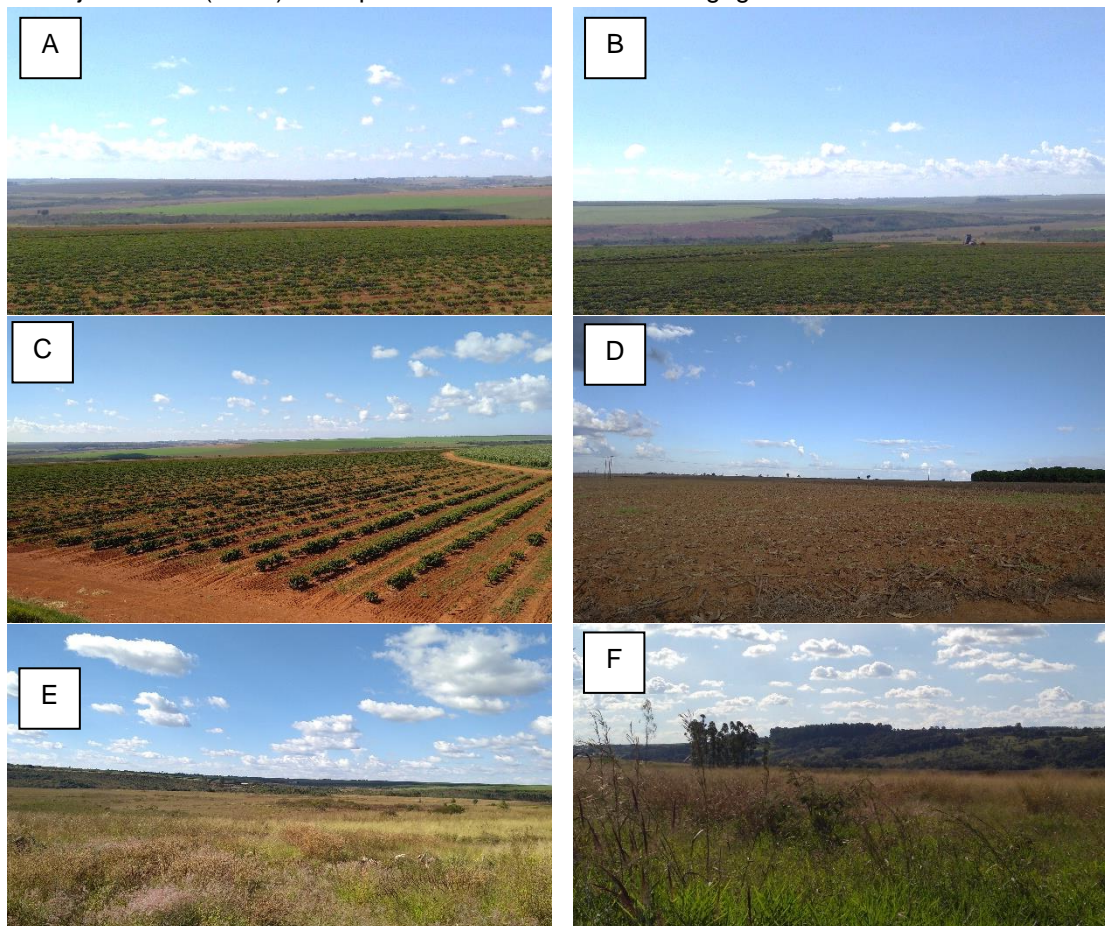
11.4.3. Compartimentação do relevo na AID e ADA do empreendimento

A AID e a ADA do empreendimento inserem-se em porção do Planalto de Uberlândia, onde se desenvolve, dentro de seus limites, o modelado de aplanamento de acordo com o 4º nível taxonômico do IBGE (2009). Este modelado é caracterizado por relevo de superfície de topo aplanado, de extensão variável, baixa densidade de drenagem, vales amplos e eventualmente de fundo plano (Figura 11.25 – A, B, E e F).

A ocupação pelas atividades econômicas na área do modelado superfície de aplanamento – topo de relevo tabular, sobretudo a agricultura, é favorecida pela

presença de solos espessos e relevo apropriado à mecanização agrícola como pode ser observado na Figura 11.25 – C e D.

Figura 11.25 – (A, B, C e D) Vista geral de do relevo nas áreas de influência do empreendimento e adjacências. (E e F) Vista panorâmica do vale do rio Bagagem nas áreas de influência.



O segundo modelado, denominado Dissecação Homogênea Convexa (Figura 11.26), está representado na ADA e AID associada ao fundo do vale do rio Bagagem e porção inferior da sua vertente fluvial. Este modelado encontra-se amplamente distribuído nas altitudes abaixo de 950m, sendo raras as porções que atingem altitudes superiores a 950m na AID.

O modelado superfície de aplanamento - Pediplano degradado ecthplanado – (Figura 11.26) corresponde localmente ao compartimento mais elevado representado por uma antiga superfície de aplanamento, cuja altitude varia entre 925 e 1.050 metros, recoberta por sedimentos cenozóicos e materiais pedológicos (latossolos). Caracteriza-se como uma superfície de relevo suave, com inclinações

que variam entre 2 e 8%, com a média inferior a 5 %. Esta superfície foi esculpida sobre os arenitos da formação Marília.

Por meio da carta de hipsometria (Figura 11.27), verificou-se que as áreas de influência direta e diretamente afetada do empreendimento apresentam cotas altimétricas que variam de 850 a 1050 metros. A maior parte do empreendimento se insere no intervalo de cotas de 951 a 1000 metros e, secundariamente, no intervalo de 1001 a 1050 metros. A classe hipsométrica de 851 a 900 metros mostra pouca representatividade na AID do empreendimento. O baixo altimétrico é representado pelo fundo de vale do rio Bagagem, sendo este pouco pronunciado em termos topográficos e associado aos materiais geológicos da Formação Marília e aos depósitos aluvio-coluviais de idade recente (Quaternário-Holocênico).

O vale do rio Bagagem na AID do empreendimento foi esculpido em rochas sedimentares da Formação Marília (Grupo Bauru), onde é composta exclusivamente por arenitos. Em direção a sua foz no rio Paranaíba, desde o limite norte da AID, próxima à cidade de Romaria, o rio Bagagem passa a drenar as rochas metassedimentares do Grupo Araxá.

A porção com cotas altimétricas maiores, posicionada no interflúvio do rio Bagagem com o córrego Pantaninho, seu maior afluente pela margem esquerda, encontra-se totalmente inserida na Formação Marília.

Com relação às declividades verificadas (Figura 11.28), a Área de Influência Direta do empreendimento apresenta inclinação de encostas relativamente suave, predominantemente com valores no intervalo de 0 a 8%. Desse modo, a carta hipsométrica elaborada para a AID do empreendimento adotou 3 classes de declividade de acordo com a inclinação de encostas presente na área: 0 a 2%; 2% a 5% e 5 a 8%. Estas classes de declividade justificam-se em razão de serem amplamente empregadas em cartas geotécnicas para análise de terrenos (IPT, 1994).

Áreas com menores declividades (0 a 2%) estão concentradas nas porções de interflúvio, baixa vertente e fundo do vale fluvial pouco pronunciado, notadamente nas altitudes acima dos 1.000m e inferior a 925m. Essa classe também é representativa na ADA. As porções que ostentam baixa declividade, juntamente com as características geológicas, favorecem a infiltração das águas das chuvas em detrimento do escoamento superficial.

A classe de declividade 2 a 5% possui maior abrangência da AID e considerável abrangência na ADA. Está presente em quase todas as cotas altimétricas, porém com maior distribuição espacial nos intervalos de 975 a 1.025 metros e abaixo dos 950 metros de altitude.

A terceira classe de declividade compreende o intervalo de 5 a 8%. Esta classe possui maior representatividade nas cotas altimétricas entre 950m e 975m. Secundariamente abrange porções na cota de 1.000m e, na porção Noroeste da AID, na cota de 925m. Esta classe representa o intervalo de declividade em que os agentes morfodinâmicos de encostas são mais atuantes em relação às classes precedentes, porém, ainda permite a atuação de agentes do intemperismo.

Figura 11.26 – Mapa geomorfológico (modelados) da AID e ADA do empreendimento.

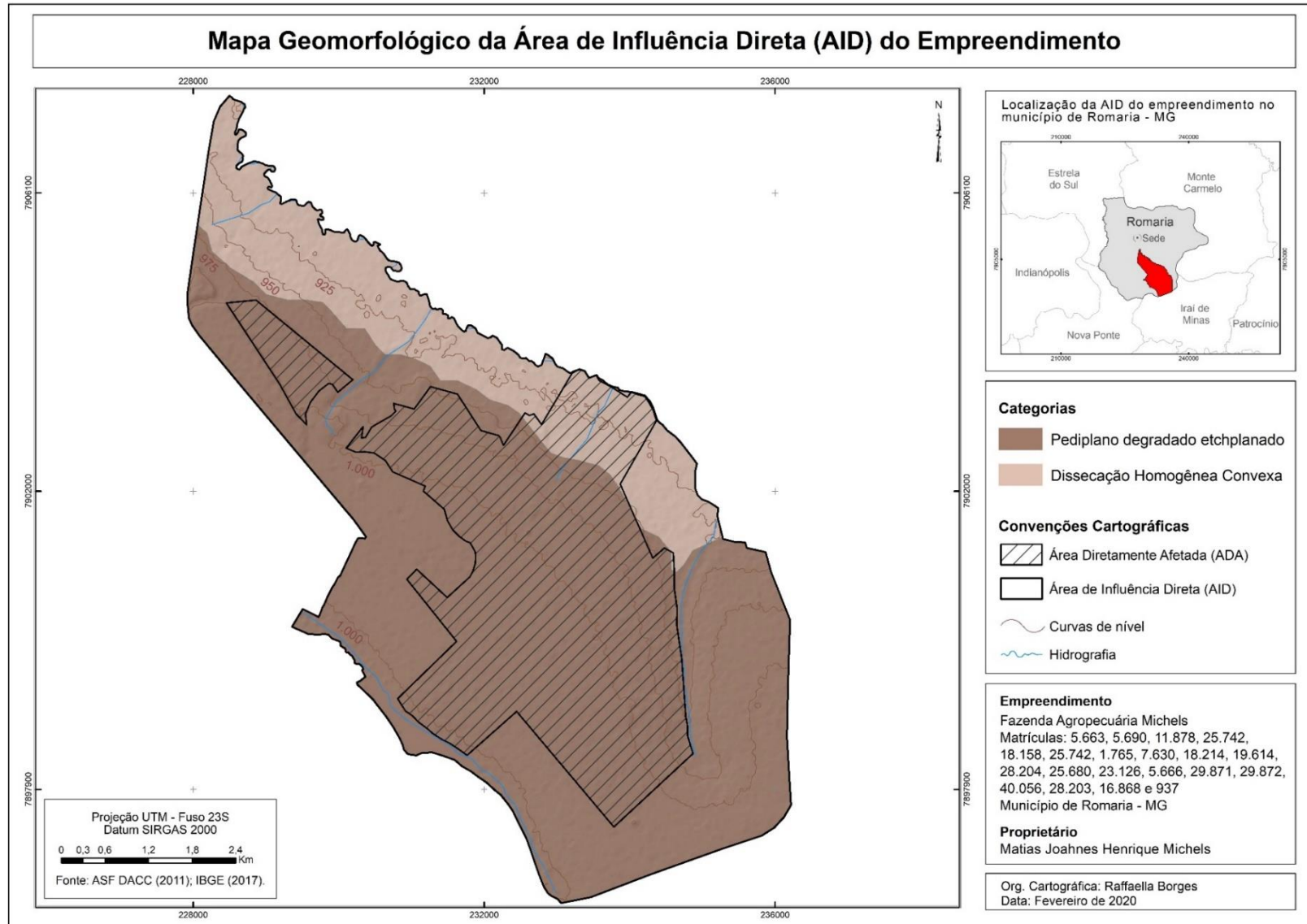


Figura 11.27 – Mapa hipsométrico da AID e ADA do empreendimento.

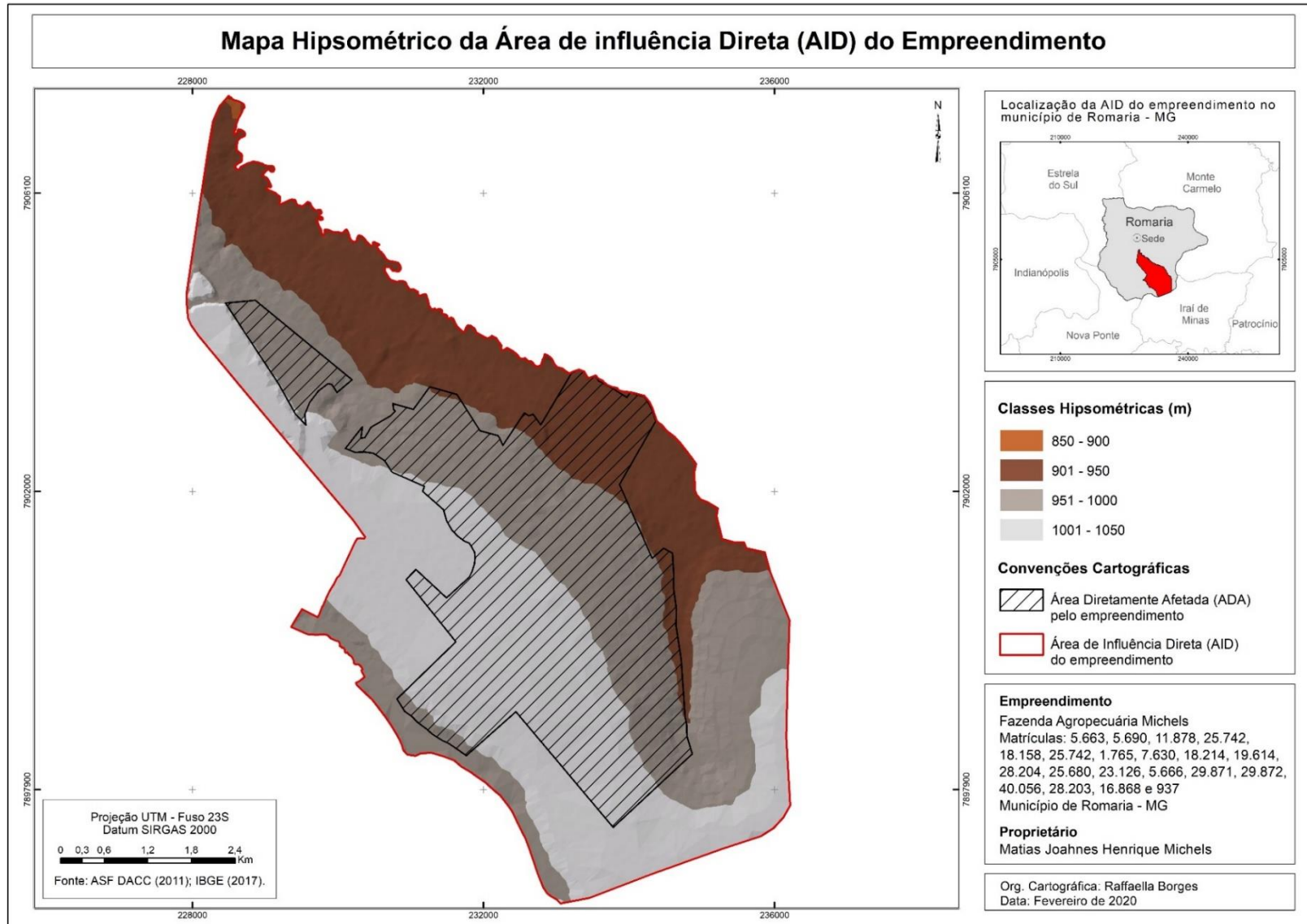
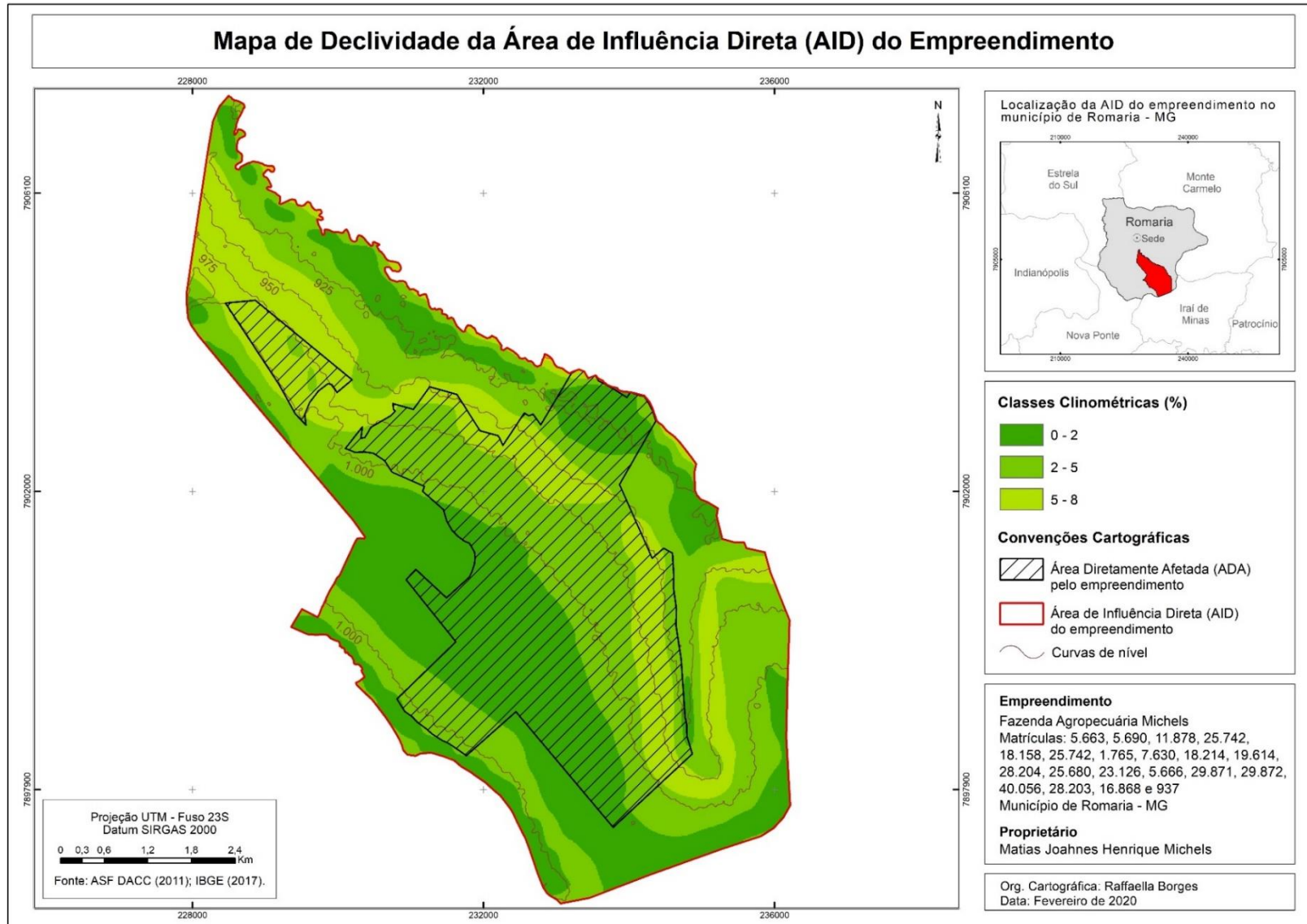


Figura 11.28 – Mapa de declividade da AID e ADA do empreendimento.



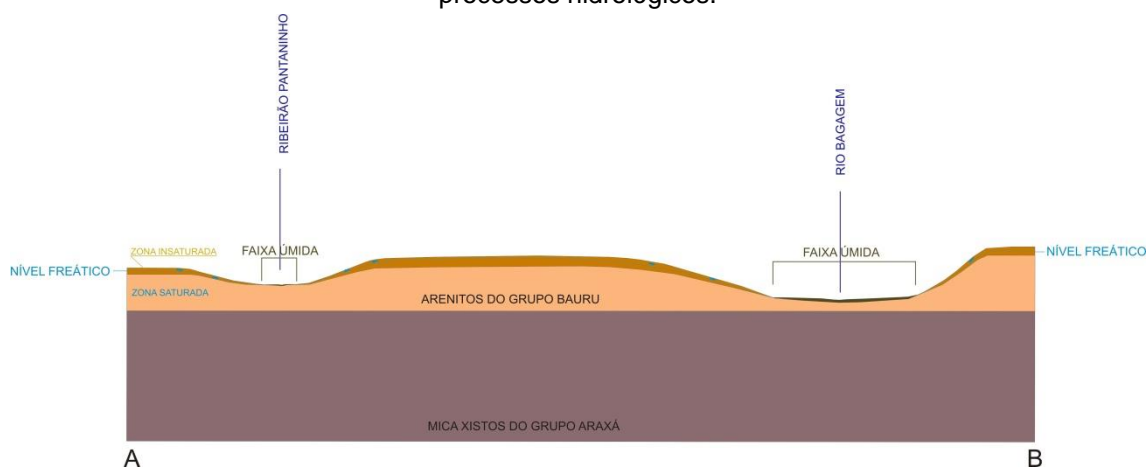
11.4.4. Processos hidrológicos

De uma maneira geral as porções de divisores de águas na AID do empreendimento apresentam baixa declividade e presença de materiais de cobertura pedológica porosos e permeáveis. Por essa razão, nessa porção do modelado a infiltração das águas pluviais predomina sobre o escoamento superficial e, conseqüentemente, os processos geomorfodinâmicos são atenuados, o que também explica a baixa densidade de drenagem fluvial.

A água infiltrada através da cobertura inconsolidada é armazenada subsuperficialmente, formando uma zona saturada. Parte dessa água alimenta o Aquífero Bauru por meio de percolação profunda através de seus poros e descontinuidades (planos de acamamento e fraturas). A outra parte transita lateralmente até atingir a borda da superfície aplanada, dando origem às nascentes e as áreas de saturação superficial do fundo de vales do rio Bagagem e ribeirão Pantaninho.

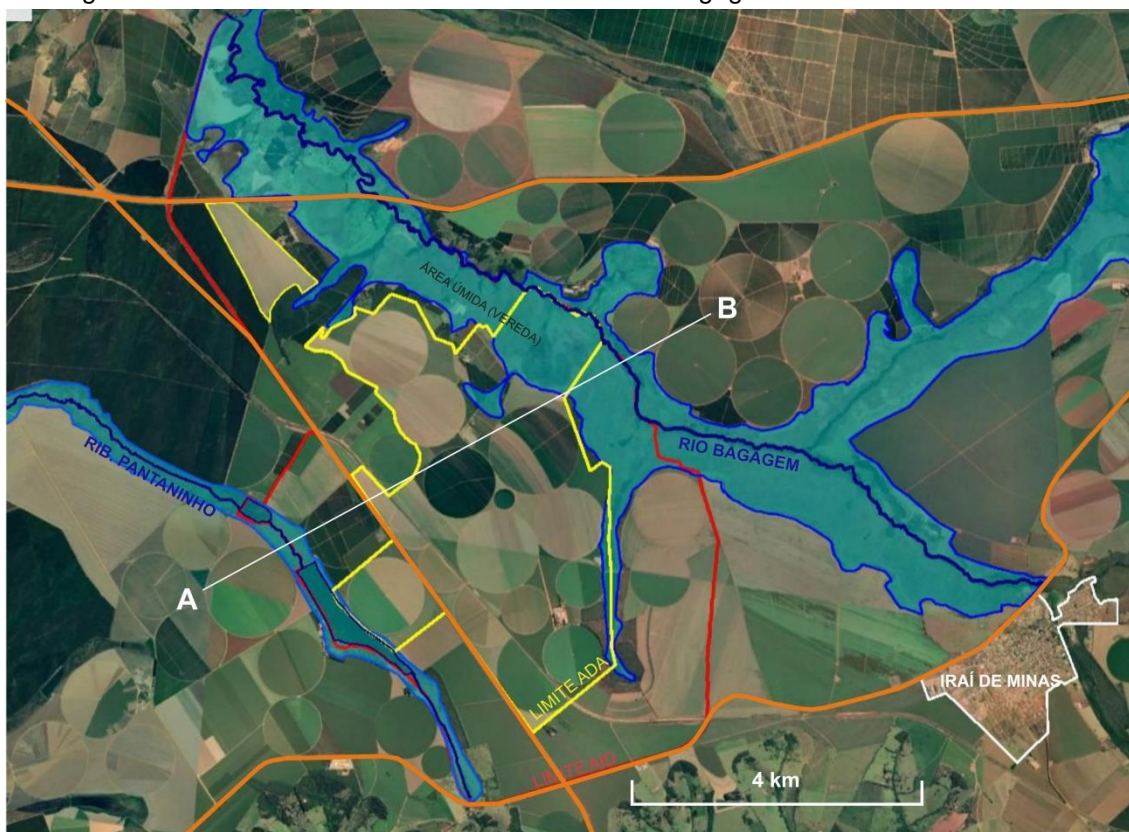
O substrato rochoso é constituído de arenitos porosos e permeáveis da Formação Marília nos topos elevados e aplanados e nas encostas dos vales fluviais, e de mica xistos pouco permeáveis do Grupo Araxá subjacentes aos arenitos. A presença de mica xistos retarda o movimento descendente da água infiltrada nos arenitos. Desse modo, a água subterrânea presente nos arenitos movimenta lateralmente no sentido do fundo dos vales fluviais. A exsudação da água nessa porção dos vales leva à formação de uma faixa úmida graças ao desenvolvimento de uma zona de saturação hídrica “suspensa” em razão de um substrato pouco permeável constituído de mica xistos, conforme ilustradas nas figuras 13.29 e 13.30.

Figura 11.29 – Perfil de encosta mostrando o movimento da água em subsuperfície e os processos hidrológicos.



Assim, a retenção subsuperficial e superficial da água subterrânea no fundo dos vales gerando amplas áreas úmidas. Estas ainda se prolongam em direção as encostas dos vales fluviais (Figura 11.30).

Figura 11.30 – Zona úmida no fundo de vale do rio Bagagem e do ribeirão Pantaninho.

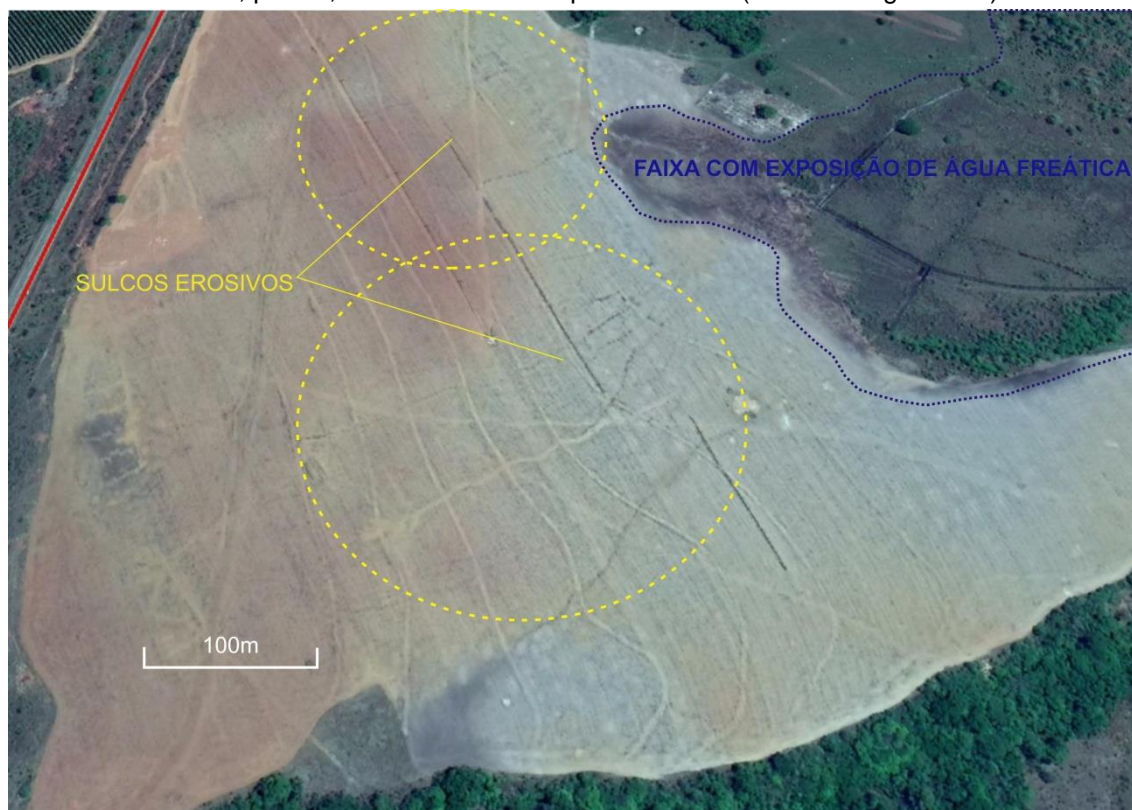


Se de um lado, a baixa declividade das porções dos divisores entre o rio Bagagem e o ribeirão Pantaninho associada à ocorrência de uma cobertura

pedológica espessa, porosa e permeável constituem fatores favoráveis à infiltração de águas pluviais, do outro, nas encostas dos vales, onde a declividade é mais acentuada e o lençol freático é mais raso, o solo tende a se saturar a cada evento de precipitação mais volumoso. Uma vez o solo saturado, a chuva precipitada escoou pela superfície do terreno e leva ao desenvolvimento de processos erosivos.

Na Figura 11.31 observa-se sulcos erosivos produzidos pelo escoamento superficial de águas pluviais em solos com pequena profundidade do lençol subterrâneo. A área apresentada na figura está localizada na AID, porém, fora do contexto do empreendimento.

Figura 11.31 – Sulcos erosivos em solos com lençol freático raso e que se saturam rapidamente durante as chuvas gerando, assim, o escoamento superficial. A área mostrada na figura encontra-se na AID, porém, fora da ADA do empreendimento (Fonte: Google Earth).



De uma maneira geral, o modelado apresenta baixa densidade de drenagem. Tal característica atesta a elevada capacidade da cobertura de solos e sedimentos em permitir a infiltração da água da chuva. Sendo o escoamento superficial reduzido, é previsível a baixa incidência de processos erosivos sobre a superfície do modelado.

Entretanto, tais características não dispensam a adoção de medidas conservacionistas do solo, sobretudo nos segmentos de encostas com declividades maiores e próximos ao fundo dos vales fluviais onde o lençol freático é mais raso que nos topos aplanados, em razão de constituírem as porções mais susceptíveis ao desenvolvimento de formas erosivas do tipo sulcos e ravinas.

11.5. Geotecnia

11.5.1. Introdução

Relacionado à natureza dos materiais inconsolidados, as unidades geotécnicas podem ser de dois tipos: que não sofreu qualquer tipo de transporte posterior à decomposição intempérica da rocha matriz, denominado residual; o outro, é aquele que, após a decomposição da rocha matriz, foi transportado e depositado em um local distinto de sua origem, este recebe a denominação retrabalhado.

Além da influência dos tipos litológicos na composição mineralógica dos materiais inconsolidados, o relevo, o clima e o lençol freático representam fatores fundamentais para a sua evolução. Se de um lado o relevo suave possibilita uma longa evolução intempérica dos materiais inconsolidados e favorece o desenvolvimento de perfis verticais de grande espessura e mineralogicamente mais evoluídos; do outro, situações em que a superfície topográfica se apresenta mais inclinada, onde os processos erosivos são mais atuantes do que os processos intempéricos, os materiais inconsolidados exibem espessuras menores e são mineralogicamente menos evoluídos.

A erosão e o transporte de materiais previamente decompostos por intemperismo químico em porções de declividade mais acentuada do terreno e a sua deposição em locais de topografia mais suave, resulta na formação de uma cobertura inconsolidada do tipo transportado. Os depósitos assim formados ostentam espessuras variáveis, assim como o grau de evolução intempérica.

Materiais inconsolidados ao serem submetidos aos diferentes ambientes da superfície da Terra desenvolvem distintas características mecânicas, químicas e mineralógicas. O discernimento destas características é fundamental

para projetos de engenharia, agronomia, geologia e ambiental, de acordo com as especificidades de cada área. Em termos ambientais, o conhecimento acerca dos materiais inconsolidados é imprescindível à avaliação, prevenção e mitigação dos impactos ambientais e de riscos geológico-geotécnicos envolvidos.

O presente estudo teve por objetivo realizar uma caracterização geológico-geotécnica dos materiais inconsolidados presentes nas áreas de influência do empreendimento do Sr. Matias Michels, sobretudo na AID e ADA. As informações geológico-geotécnicas são necessárias para a elaboração de estudos e projetos voltados à prevenção de riscos geológico-geotécnicos e ambientais, e mitigação de impactos ambientais. Nesse sentido, o conhecimento geotécnico, em especial da ADA, procurou privilegiar essas duas vertentes.

A investigação geológico-geotécnica pode fornecer importantes informações relativas aos solos locais, visando o entendimento de seu comportamento frente aos processos naturais e/ou induzidos pela ação humana. No caso específico do empreendimento, que desenvolve as suas atividades relacionadas à agricultura, o foco principal da avaliação geológico-geotécnica da ADA privilegiou a susceptibilidade à erosão dos solos e contaminação dos recursos hídricos subterrâneos.

11.5.2. Contexto geológico-geotécnico da região do empreendimento

A maior parte da região do Triângulo Mineiro faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná (NISHIYAMA, 1989). Desse modo, as rochas presentes na região são de origem sedimentar, pertencentes ao Grupo Bauru, o qual é representado na região pelas formações Uberaba, Adamantina e Marília e ao Grupo São Bento constituído pelas formações Botucatu e Serra Geral. Das unidades litoestratigráficas mencionadas, a única exceção quanto à natureza é a Formação Serra Geral, que é constituída de basaltos, portanto, de origem vulcânica.

As rochas sedimentares presentes na porção da Mesorregião do Triângulo onde se insere o empreendimento pertence ao Grupo Bauru - Formação Marília. De uma maneira geral as rochas desta unidade geológica

apresentam baixa a moderada resistências mecânicas dada à origem sedimentar de seus litotipos. Os planos de acamamento representam as principais descontinuidades e, secundariamente, as diaclases.

Os tipos litológicos da Formação Marília e de suas subunidades, os membros Serra da Galga e Ponte Alta, presentes na região, são os arenitos, arenitos conglomeráticos com cimentação carbonática e calcários silicosos. A diversidade litológica e a intensidade de cimentação carbonática influem nos graus de coerência das rochas dessa unidade geológica, que podem apresentar variações significativas.

Dessa forma, arenitos da subunidade Serra da Galga classificam-se, de acordo com os valores expressos na Tabela 5.2-1 (ABGE, 1983), como rochas extremamente brandas (C5) e resistência compressão simples R_0 . Já, os arenitos conglomeráticos e calcários silicosos do Membro Ponte Alta mostram graus de coerência entre C5 e C4 e resistência à compressão simples R_1 e R_2 .

Tabela 11.13 – Graus de Coerência de rochas.

Sigla	Rocha	Característica	Resistência a compressão uniaxial (Mpa)*	
C5	Extremamente Branda	Marcada pela unha	R_0	0,25 – 1,0
	Muito Branda	Esmigalha-se sob impacto da ponta do martelo de geólogo; pode ser raspada por canivete.	R_1	1,0 – 5,0
C4	Branda	Pode ser raspada por canivete com dificuldade; marcada por firme pancada com ponta de martelo de geólogo.	R_2	5,0 – 25,0
C3	Medianamente Resistente	Não pode ser raspada por canivete. Amostras podem ser fraturadas com um único golpe de martelo de geólogo.	R_3	25,0 – 50,0
C2	Resistente	Amostras requerem mais de um golpe de martelo para fraturarem-se	R_4	50,0 – 100,0
C1	Muito Resistente	Amostras requerem muitos golpes de martelo para fraturarem-se	R_5	100,0 – 250,0
	Extremamente Resistente	Amostras podem ser apenas lascadas com martelo de geólogo	R_6	>250,0

(*) 1,0 Mpa = 10,0 kgf/cm²

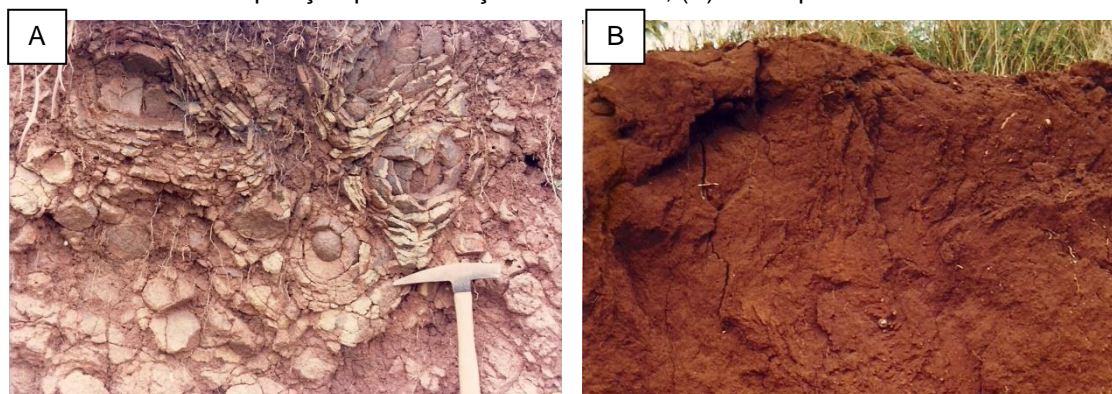
Fonte – ABGE (1983).

Basaltos vesículo-amigaloidais são menos resistentes que os tipos maciços. Em geral os graus de coerência variam entre C4 e C3 e a resistência à compressão simples, apresentam valores entre 5,0 e 50 Mpa, valores estes que os classificam, respectivamente, como rochas brandas a medianamente resistentes.

Os basaltos da Formação Serra Geral, ao sofrerem intemperismo químico, dão origem a materiais inconsolidados com características mecânicas e mineralógicas distintas. A ação dos agentes do intemperismo produz inicialmente a mudança da coloração, que passa de preta para cinza-escuro, além da perda do brilho da superfície exposta. À medida que o intemperismo progride para o interior dos blocos rochosos, a coloração tende para tons de amarelo e/ou vermelho. Na fase seguinte, com o aprofundamento do intemperismo, os blocos adquirem a forma arredondada devido à maior intensidade do ataque químico sobre os vértices e arestas. Nesse momento, também se formam as camadas concêntricas conhecidas como esfoliação esferoidal, estruturas típicas de rochas intensamente decompostas ou saprólito, que devido a sua baixa resistência mecânica já pode ser considerado um tipo de material inconsolidado (Figura 11.32-A).

O progresso do intemperismo químico em basaltos além da fase de saprólito, de início leva à formação de materiais inconsolidados ainda pouco evoluídos, evidenciada pela predominância da fração granulométrica de dimensões de silte (0,002 a 0,06 mm). Com a continuidade do intemperismo, sob a condição de baixa declividade, as partículas de silte são quebradas em fragmentos minerais menores, de dimensões coloidais (< 0,002 mm) (Figura 11.32-B).

Figura 11.32 – (A) Saprolitos de basaltos da Formação Serra Geral mostrando a forma típica de decomposição por exfoliação esferoidal e, (B) Solo típico de basalto.



Mesmo atingindo uma fase adiantada de evolução química e mineralógica dos materiais inconsolidados derivados de basaltos, o intemperismo químico continua a agir no perfil, sobretudo no nível mineralógico. Os óxidos e sesquióxidos de ferro e de alumina, na forma anidra ou hidratada, tendem a concentrar. Dessa forma, partículas de minerais planares de dimensões coloidais, como a caulinita, passam a ser cimentadas pelos óxidos e hidróxidos formando aglomerados ou “grumos”. Em um estágio mais avançado de intemperismo os materiais inconsolidados argilosos de basaltos tornam-se porosos e permeáveis.

Materiais inconsolidados derivados de basaltos ostentando diversas características mineralógicas, químicas, granulométricas e mecânicas podem ser observados nos vales dos rios Quebra Anzol, Araguari e rio Bagagem no seu médio curso.

Litologicamente, do Grupo Araxá é representado predominantemente pelos micaxistos e, subordinadamente, pelos quartzitos. Sua ocorrência está condicionada às porções de média a elevada declividade dos vales dos grandes rios da região. Apresenta composição textural silto-argilosa, com elevado teor de minerais lamelares (micas), representados principalmente pela muscovita (sericita) e quantidades apreciáveis de blocos rochosos centimétricos a decimétricos de quartzo, quartzito e xisto, dispersos na matriz (MARANESI) (Figura 11.33).

Figura 11.33 – Micaxisto intemperizado do Grupo Araxá .



Materiais inconsolidados arenosos, com proporções variáveis de fração argila, silte, areia e pedregulho são predominantes na região, sobretudo nos espigões divisores de bacias hidrográficas. Esses materiais são derivados de arenitos e arenitos conglomeráticos da formação Marília. Em geral caracterizam-se como materiais inconsolidados muito porosos e permeáveis. Apresentam espessuras maiores nas porções mais planas, variando entre 10 e 20 metros. Ao contrário, nas porções topograficamente mais declivosas a espessura máxima raramente ultrapassa o limite de 5 metros (Figura 11.34).

Figura 11.34 – materiais inconsolidados arenosos derivados de arenitos do Grupo Bauru (Formação Marília).



Dada à composição granulométrica com predomínio da fração areia, materiais inconsolidados presentes na região de estudo são susceptíveis a ação erosiva das águas pluviais. Nas porções de ocorrência da cobertura areno-argilosa não se descarta o desenvolvimento de feições erosivas lineares do tipo sulcos e ravinas, principalmente quando o uso do solo é realizado sem as técnicas de conservação adequadas.

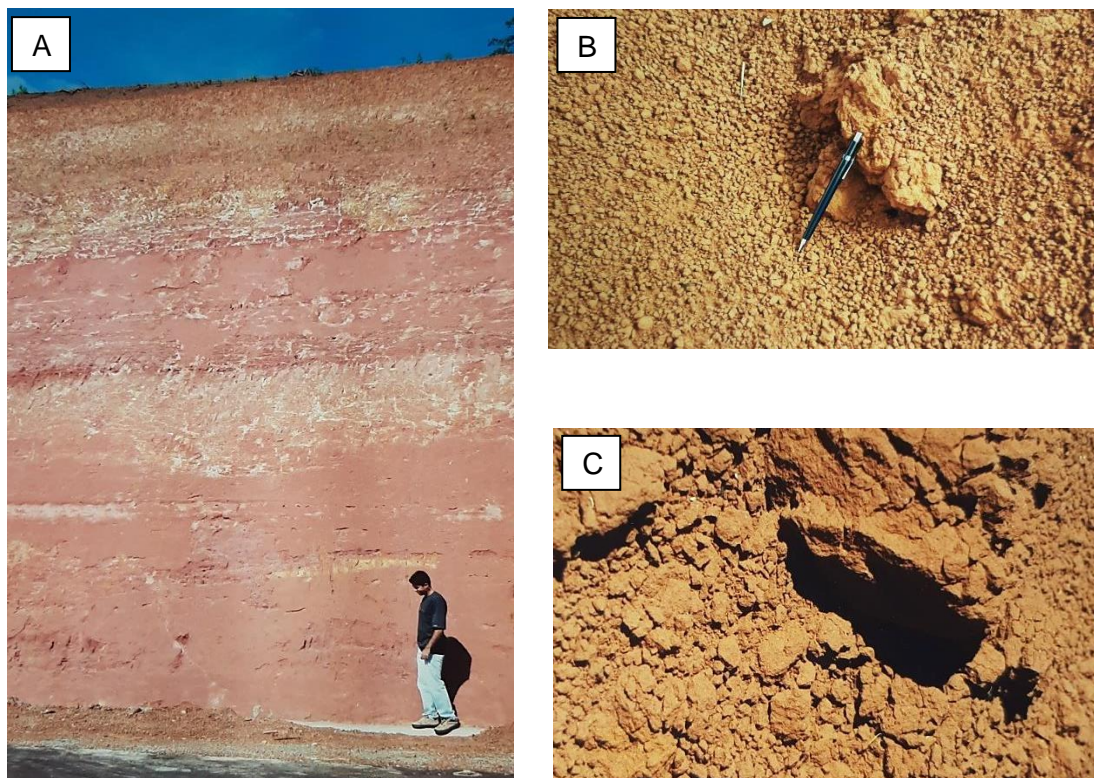
Uma espessa cobertura inconsolidada reveste as superfícies aplainadas de chapadas da região. Caracterizam-se como materiais com textura argilo-arenosa contendo abundantes concreções limoníticas milimétricas, mais raramente centimétricas, especialmente nos primeiros metros do perfil. Estes materiais inconsolidados são geneticamente relacionados à cobertura cenozóica pós-cretácica, cuja espessura máxima pode atingir valores da ordem de 30 metros (Figura 11.35-A).

De uma maneira geral, os materiais inconsolidados de cobertura de chapadas ostentam elevada porosidade devido ao desenvolvimento de macroporos, sobretudo na porção superior do perfil. A estrutura porosa resulta da cimentação das partículas de argila durante o processo de evolução do perfil, mais especificamente das lamelas de caulinita pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. A cimentação de partículas de argila pelo óxido de ferro leva à formação de um esqueleto mineral estável constituído predominantemente por grãos de argila (Figura 11.35-B e C).

A despeito da estabilidade desse agregado na natureza, em condições de sobrecarga (edificação) ou de intenso manuseio com equipamentos de compactação ou agrícolas ou, ainda, de adição produtos que alteram o pH do solo, o esqueleto mineral pode ser quebrado. Nesse caso, a camada superficial inconsolidada pode sofrer uma redução de volume por colapso da estrutura porosa. Na geotecnia os solos que apresentam essa propriedade são conhecidos como solos colapsíveis. Esse comportamento é indesejável na engenharia de solos. Quando não detectados previamente, podem acarretar em danos às estruturas implantadas, tais como: fundação rasa em obras residenciais de baixo custo, muros, estradas pavimentadas, dentre outras. Ademais, a formação de agregados implica no aumento da susceptibilidade erosiva de solos argilosos das chapadas.

A estrutura porosa por sua vez, implica em elevada permeabilidade dessa cobertura inconsolidada devido à interligação dos macroporos. A facilidade com que as águas de precipitação atmosférica infiltram nessa cobertura torna as chapadas da região uma importante área de recarga de Aquíferos.

Figura 11.35 (A) Cobertura cenozoica presente na região; (B) Materiais inconsolidados derivados da cobertura cenozoica. Atentar para formação de agregados resultantes da cimentação de partículas de argila pelo óxido de ferro e; (C) detalhe dos grumos.



11.5.2.1. Materiais inconsolidados derivados da cobertura cenozóica

Materiais dessa natureza são encontrados nas porções situadas em cotas altimétricas superiores a 900 m, caracterizando-se como uma cobertura de superfícies elevadas e aplainadas das chapadas. Em termos de textura, esses materiais mostram predomínio da fração argila, teor moderado de areia e baixo teor de silte.

Embora o teor de argila seja elevado, o material inconsolidado relacionado à cobertura de chapadas mostra média a alta susceptibilidade à erosão em razão

do desenvolvimento de agregados estáveis de argila, cujos diâmetros equivalem ao de partículas de silte e areia fina.

11.5.2.2. Materiais inconsolidados derivados de arenitos da Formação Marília

Residuais derivados de arenitos da Formação Marília estão presentes nas porções mais elevadas da bacia do Bauru. Caracterizam-se como materiais inconsolidados de textura arenosa (entre 50 e 75% de fração areia), com teores baixo a moderado de argila (15 a 25%) e pouco silte (menos de 7%), podendo ou não apresentar a fração pedregulho (menos de 5%).

Dada a sua constituição predominantemente arenosa, apresentam elevado coeficiente de permeabilidade (k), com a ordem de grandeza variando entre 10^{-3} e 10^{-2} cm/s e elevada susceptibilidade erosiva.

Normalmente, as espessuras dos residuais da Formação Marília são superiores a 5 m, porém, em condições de maior declividade das encostas dos vales fluviais, sua espessura tende a diminuir, às vezes, com exposição de arenitos. Materiais residuais de arenitos da Formação Marília abrangem amplamente a All do empreendimento.

11.5.2.3. Materiais inconsolidados derivados de basaltos da Formação Serra Geral

A decomposição dos basaltos por meio da ação de intempéries resulta em materiais inconsolidados presentes no vale do rio Araguari. Esses materiais ocorrem, frequentemente, sob condições de declividade superiores a 10%, podendo chegar, em determinadas porções, a valores próximos de 100%. Nesse sentido, a espessura dos residuais e retrabalhados derivados dos basaltos é pequena, geralmente entre 1 e 5 m.

Os residuais da Formação Serra Geral podem apresentar elevados teores de argila, entre 60 e 90%, teores variáveis de fração silte, normalmente entre 8 e 40% e baixo percentual de areia, geralmente inferior a 20%. O teor de argila aumenta de acordo com a evolução do manto de alteração. Nesse sentido, quanto mais evoluído o perfil, maior é o teor de argila em detrimento ao de silte.

11.5.2.4. Materiais inconsolidados derivados de litotipos do Grupo Araxá

Residuais dessa unidade geológica acham-se presentes nos fundos de vale dos grandes rios da região. No rio Bagagem, a sua ocorrência está associada as porções de baixo e médio curso, por vezes aflorante diretamente abaixo das litologias do Grupo Bauru.

Ocorrem sob condições de maiores declividades, normalmente superiores a 10%. Característica esta que está associada aos residuais do Grupo Araxá frequentemente exibirem espessuras relativamente pequenas, que não ultrapassam 5m, às vezes, com exposição do leito rochoso e intemperizado nas porções de declividades mais acentuadas.

Relacionado à composição textural, os residuais apresentam significativo teor de argila, podendo representar fração de 60% e teor variável de baixo a moderado da fração areia (20 e 40%). A fração silte varia de acordo com a evolução do perfil, podendo atingir em alguns casos o teor de 50%. De uma maneira geral, a fração silte se limita aos 15%. É comum encontrar na área de ocorrência de residuais do Grupo Araxá uma cobertura transportada, principalmente nas porções de fundo dos vales fluviais, onde a declividade é menos acentuada do que nas porções de encosta.

11.5.3. Caracterização geotécnica da AID e ADA do empreendimento

A AID do empreendimento está localizada na área de ocorrência dos arenitos da Formação Marília. Desse modo, os materiais inconsolidados presentes na AID do empreendimento evoluíram a partir desse litotipo (Figura 11.36). Recobrem a maior parte da área de influência direta, com exceção dos fundos de vales fluviais do rio Bagagem e do ribeirão Pantaninho, onde ocorrem materiais inconsolidados aluviais e orgânicos e das porções cotas superiores a 950 metros.

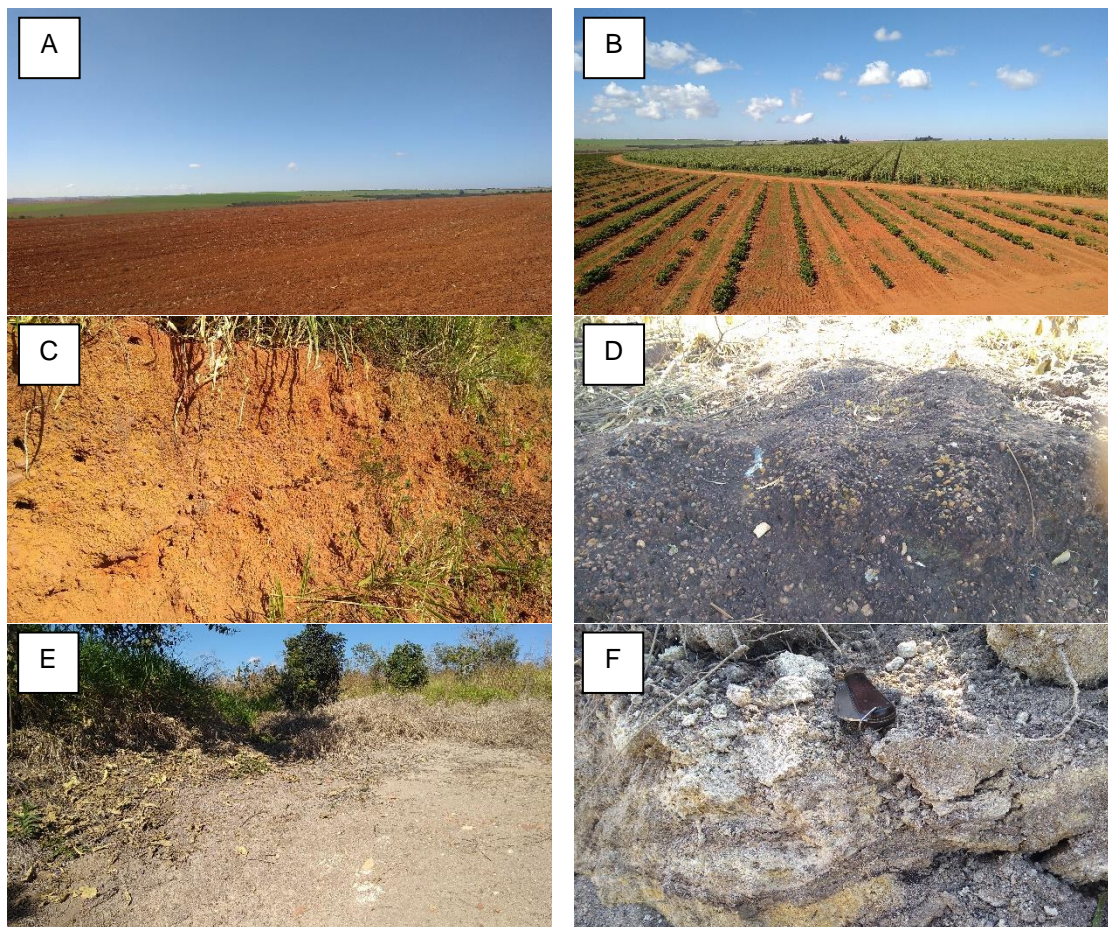
Os materiais inconsolidados derivados de arenitos da Formação Marília exibem coloração mais clara devido à maior reflectância dos minerais siálicos, especialmente o quartzo, que compõe a fração areia. Materiais dessa natureza acham-se presentes em toda a ADA.

Caracterizam-se como materiais inconsolidados de textura arenosa (entre 50 e 75% de fração areia), com teores baixo a moderado de argila (15 a 25%) e pouco silte (menos de 7%), podendo ou não apresentar a fração pedregulho (menos de 5%).

Dada a sua constituição predominantemente arenosa, apresentam elevado coeficiente de permeabilidade (k), com a ordem de grandeza variando entre 10^{-3} e 10^{-2} cm/s e elevada susceptibilidade erosiva.

Normalmente, as espessuras dos residuais da Formação Marília são superiores a 5 m, porém, em condições de maior declividade das encostas dos vales fluviais, sua espessura tende a diminuir, às vezes, com exposição de arenitos. Materiais residuais de arenitos da Formação Marília abrangem amplamente a All do empreendimento.

Figura 11.36 – (A e B) Vista geral de superfícies de chapada onde há ocorrência de materiais inconsolidados derivados da Formação Marília. (C e D) Vista de áreas de ocorrência de materiais inconsolidados derivados da Formação Marília próximos ao terço inferior da vertente fluvial. (E e F) Áreas de ocorrência de materiais inconsolidados em área mal drenada, de ocorrência de Gleissolos.



Materiais inconsolidados com textura argilo-arenoso estão presentes na AID do empreendimento, ocupando porções aplanadas com cotas altimétricas superiores a 900 m, onde recobrem os materiais residuais da formação Marília.

Embora o teor de argila seja elevado, o material inconsolidado derivado da cobertura detrítico-laterítica apresenta susceptibilidade à erosão em razão do desenvolvimento de agregados estáveis de argila, cujos diâmetros equivalem ao de partículas de silte e areia fina.

Tal característica foi observada por Nishiyama (1998) em ensaios granulométricos com uso de defloculante hexametáfosfato de sódio. Este defloculante, comumente utilizado para a dispersão de solo em laboratório de geotecnia, não foi efetivo na quebra dos agregados. Por esse motivo, segundo o referido autor, os teores de silte se apresentaram quase sempre acima do esperado para os materiais inconsolidados de cobertura de chapadas, os quais passaram por uma longa evolução pedogênica (latossolos). Desse modo, os teores de silte deveriam se situar muito abaixo dos obtidos nos ensaios de laboratório.

Os valores obtidos por Nishiyama (1998) em ensaios granulométricos, em termos de máximo e mínimo, foram os seguintes: areia: 49% e 10%; silte: 42% e 19%; argila: 68% e 30%.

Outros parâmetros geotécnicos obtidos em laboratório apresentaram os seguintes valores máximos e mínimos: massa específica dos sólidos (γ_s) = 3,12 a 2,76 g/cm³; índice de vazios (e) = 1,866 a 1,047; porosidade (n) = 0,650 a 0,510.

Com base nos estudos realizados por Nishiyama (1998), pode-se afirmar que a da agregação de partículas de argila pelo óxido e hidróxido de ferro, tornam os materiais inconsolidados de cobertura de chapadas da AID do empreendimento muito permeáveis. Desse modo, esses materiais inconsolidados presentes na AID apresentaram coeficientes de permeabilidade (k) elevados, não obstante a composição textural essencialmente argilosa, com valores da ordem de 10⁻³ a 10⁻² cm/s. Os valores elevados de k são corroborados pelos valores elevados de porosidade (n), com 65% (máximo) e 51% (mínimo).

A exposição de rochas Grupo Araxá no vale do rio Bagagem na porção a jusante da AID é resultante do entalhamento fluvial. Desse modo, os micaxistos dessa unidade geológica foram expostos ao longo do vale do rio Bagagem.

O Grupo Araxá encontra-se presente nas porções com maiores declividades das encostas fluviais do rio Bagagem e no fundo de vale, no extremo norte da AID, onde prevalecem declividades superiores a 10%. Tal condição de relevo leva os residuais derivados dos micaxistos a exibirem espessuras pequenas, que não ultrapassam os 5m, às vezes com exposição do leito rochoso intemperizado nas porções de declividades mais acentuadas.

Os residuais dos micaxistos apresentam significativo teor de argila, podendo chegar a 60%, teor variável de fração areia entre 20 e 40%. A porcentagem da fração silte oscila de acordo com a evolução do perfil, podendo atingir nos casos de pouca evolução intempérica o teor de 50%. De uma maneira geral, a fração silte se limita aos 15%. É comum encontrar na área de ocorrência de residuais do Grupo Araxá uma cobertura transportada, principalmente nas porções de fundo dos vales fluviais, cujas declividades são menos acentuadas do que nas porções de encosta.

Materiais inconsolidados originados de basaltos da Formação Serra Geral não ocorrem na AID do empreendimento, mas estão presentes, de forma restrita, na porção extremo norte da AII, no vale do rio Bagagem.

11.5.4. Avaliação de risco geológico-geotécnico na AID e ADA

A AID do empreendimento apresenta como características, duas porções que se distinguem em termos de relevo: a maior porção da AID é formada por superfícies inferiores a 5% de declividade. A amplitude entre as cotas máxima e mínima é da ordem de 150 metros na AID.

A ADA, assim como a AID, possui como característica a distinção de duas porções no relevo, sendo a presença de superfícies pouco inclinadas, com declividades oscilando entre 0-2% e 2-5%. Nos vales fluviais, na porção de médio terço, a declividade tende ao ligeiro aumento (5-8%). Na porção de baixo terço da vertente e o fundo de vale do rio Bagagem, entre as cotas altimétricas

de 950m a 900m, verifica-se novamente a redução da declividade com predomínio da classe 0-2%.

Na baixa vertente do vale do rio Bagagem, o lençol freático tende a ser mais raso, sobretudo na faixa próxima ao fundo de vale. Nessa condição hidrogeológica, os eventos de precipitações de maior duração e/ou volume, tendem a produzir a saturação hídrica da zona vadosa do solo, o que acaba por exaurir a capacidade de infiltração da água no solo e, assim, gerar o escoamento superficial de toda a água precipitada. Nesse caso, o escoamento superficial em lençol e/ou concentrado tendem a produzir a erosão laminar, sulcos e ravinas.

Entre a alta e média vertente do vale do rio Bagagem AID ocorrem os materiais inconsolidados residuais da Formação Marília. Dada a sua composição textural, com predomínio de teores da fração areia, estes materiais apresentam elevados coeficientes de permeabilidade (k). Porém, a maior declividade da área de ocorrência desses materiais, entre 2 e 8%, implica em maior susceptibilidade aos processos erosivos pelas águas pluviais durante os eventos de grande intensidade.

Nas porções de relevo aplanado situadas em cotas superiores a 1.000m, as quais abrangem a maior parte da ADA, os materiais inconsolidados são constituídos predominantemente por materiais inconsolidados argilo-arenosos derivados da cobertura Terciária Quaternária detritico-laterítica. Apesar de sua composição textural com predominância da fração argila, os perfis verticais são profundos e mineralogicamente evoluídos e ostentam elevado índice de vazios, porosidade e coeficiente de permeabilidade (k) em decorrência da cimentação das partículas de argila pelo óxido e hidróxido de ferro.

A incidência das águas pluviais sobre essa superfície de baixa declividade pode produzir a erosão laminar, porém com baixa intensidade em razão de a infiltração ser maior do que o escoamento superficial.

Além das características físicas favoráveis à infiltração das águas pluviais, o manejo adequado do solo na ADA do empreendimento, a agricultura perene e a técnica de plantio direto constituem outros fatores que contribuem para a redução da erosão laminar.

De uma maneira geral na AID, estradas de terra e carreadores nas plantações são estruturas que estão mais sujeitas a ação erosiva das águas

pluviais em propriedades rurais em razão da concentração de fluxo e, conseqüentemente, o desenvolvimento de feições erosivas dos tipos sulcos e ravinas ao longo de seu traçado. Distintamente do restante da AID, tais feições erosivas não foram observadas na ADA.

Nos limites da ADA do empreendimento focos de erosão linear do tipo sulcos produzidos pelo escamento de águas pluviais foram observados em uma área restrita. Com exceção dessa área, em nenhum outro local da ADA foram observadas feições erosivas lineares, incluindo as estradas e os carregadores das áreas de cultivo.

O lençol freático raso em parte da AID e da ADA, sobretudo nas porções localizada em cotas inferiores a 950 metros, inclusive o fundo de vales fluviais, constitui um fator para o aumento da susceptibilidade erosiva. A razão da maior susceptibilidade erosiva dessas porções deve-se a saturação hídrica de todo o perfil do solo durante as chuvas de maior intensidade, que reduz drasticamente a capacidade de infiltração de água do solo e, por consequência, toda a água precipitada escoar pela superfície do terreno. Desse modo, as feições erosivas lineares de maior evidência, do tipo sulcos e ravinas, estão concentradas na faixa de lençol freático raso.

O Quadro 11.1 apresenta os impactos decorrentes da erosão dos solos e a sua relação com os tipos geotécnicos, fatores desencadeadores, fatores predisponentes, o principal tipo de uso do solo e a previsibilidade dos processos erosivos na AID e ADA do empreendimento.

O Quadro 11.2 mostra a relação dos tipos geotécnicos com as formas de contaminação dos componentes do meio físico na AID e ADA do empreendimento.

Quadro 11.1 – Impactos decorrentes da erosão dos solos e a sua relação com os tipos geotécnicos, fatores desencadeadores, fatores predisponentes e o principal tipo de uso do solo na AID e ADA do empreendimento.

CONDIÇÃO GEOTÉCNICA	FATORES DESENCADEADORES	FATORES PREDISPOONENTES		PROCESSOS	PREVISIBILIDADE DE PROCESSOS		IMPACTOS
		DECLIVIDADE	USO DO SOLO		IMPROVÁVEL (I) PREVISÍVEIS (P) OBSERVADOS (O)		
					AID	ADA	
Materiais inconsolidados arenos-argilosos	Chuvas concentradas ou de longa duração	Declividade entre 2 e 5%	Agricultura	Erosão			Perda de solos agrícolas Assoreamento de veredas Assoreamento de canais fluviais Assoreamento de reservatórios
				Laminar	P/O	P	
				Em sulcos	P	P	
				Ravinas	P	I	
				Voçoroca	I	I	
		Declividade entre 5 e 8%		Erosão			
				Laminar	P/O	P	
				Em sulcos	P/O	P	
				Ravinas	P	I	
				Voçoroca	P	I	
		Lençol freático raso Declividade entre 2 e 5%		Erosão			
				Laminar	P/O	P/O	
				Em sulcos	P/O	P/O	
				Ravinas	P/O	P	
				Voçoroca	P	I	

		Lençol freático raso Declividade entre 5 e 8%		Erosão			
				Laminar	P/O	P/O	
				Em sulcos	P/O	P/O	
				Ravinas	P/O	P	
				Voçoroca	P	I	
				Erosão			
				Laminar	P/O	P	
				Em sulcos	P	I	
				Ravinas	I	I	
				Voçoroca	I	I	
Materiais inconsolidado s argilo- arenosos		Declividade entre 0 e 2%					

Quadro 11.2 – Relação dos tipos geotécnicos com as formas de contaminação dos componentes do meio físico na AID e ADA do empreendimento.

TIPOS GEOTÉCNICOS	FATORES DESENCADEADORES	COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (k) cm/s	TIPOLOGIA DAS FONTES DE CONTAMINAÇÃO	FONTES DE CONTAMINAÇÃO	COMPONENTES DO MEIO FÍSICO E AS FORMAS DE CONTAMINAÇÃO	IMPACTOS
Materiais inconsolidados areno-argilosos	Contaminantes químicos e orgânicos nos materiais inconsolidados, nas águas subterrâneas e superficiais	$10^{-3} < K < 10^{-2}$	Difusa (areal)	Áreas agricultadas com uso de fertilizantes, defensivos e herbicidas	SOLOS	Contaminação do solo Contaminação das águas subterrâneas Contaminação das águas superficiais
					Infiltração	
					Derramamentos	
					Fertirrigação	
					ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	
					Escoamentos	
					Derramamentos	
					Fertirrigação	
			ÁGUAS SUPERFICIAIS			
			Infiltração			
			Escoamentos			
			Derramamentos			
			SOLOS			
			Infiltração			
Derramamentos						
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS						

				defensivos agrícolas	Infiltração	
					Derramamentos	
					ÁGUAS SUPERFICIAIS	
					Infiltração	
					Escoamentos	
					Derramamentos	
Materiais inconsolidados argilo-arenosos		$10^{-3} < K < 10^{-2}$	Difusa (areal)	IDEM	IDEM	
			Concentrada (pontual)	IDEM	IDEM	

11.6. Solos

11.6.1. Solos da AID e ADA do empreendimento

A caracterização dos solos da AID e ADA do empreendimento foi realizada com base nos dados secundários contidos em referências teóricas da EMBRAPA - Manual do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCS (EMBRAPA, 2018), UFV/CETEC/UFLA/FEAM (2010) - Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, Projeto RADAM BRASIL (1983) - Levantamento de Recursos Naturais), além de referências acadêmicas, acrescida do reconhecimento da cobertura pedológica em trabalhos de campo realizados especificamente para o presente EIA.

Os municípios de Romaria e Iraí de Minas encontram-se sob dominância dos Latossolos. Estes se caracterizam como solos profundos, bem drenados, de coloração relativamente homogênea com matizes avermelhadas e/ou amareladas. A AID do empreendimento encontra-se representada predominantemente por Latossolo Vermelho distrófico e, secundariamente, pelo Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico, conforme classificação do SiBCS (EMBRAPA, 2018).

Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (EMBRAPA - AGEITEC, 2019), os Latossolos Vermelhos estão presentes em extensas áreas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país ocupando áreas de relevo plano e suave ondulado e, em menor expressão, áreas de relevo ondulado. Já os Argissolos ocorrem em diferentes condições climáticas e de material de origem, relacionados, em sua grande maioria, a paisagens de relevos mais acidentados e dissecados, com superfícies menos suaves EMBRAPA – AGEITEC (2019).

Conforme o mapeamento pedológico (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010), os tipos pedológicos encontrados na ADA e AID do empreendimento são: LVd3 e PVAe12 (Tabela 11.14). Por meio do reconhecimento pedológico foi possível identificar a presença de Gleissolos (GMd4), associados ao fundo de vale do rio Bagagem e do ribeirão Pantaninho.

Tabela 11.14 – Tipos pedológicos da área de influência do empreendimento segundo o mapeamento pedológico.

LVd3	Latossolo Vermelho distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa + Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico A fraco/moderado textura argilosa; ambos fase cerrado; relevo plano e suave ondulado.
PVAe12	Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico A moderado textura média/argilosa + Cambissolo Háplico distrófico típico A moderado textura siltosa/argilosa, cascalhento/não cascalhento; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo forte ondulado.
GMd4	Gleissolo Melânico distrófico típico A proeminente textura argilosa + Neossolo Quartzarênico hidromórfico A moderado + Organossolos Háplico sáprico típicos e terriços; todos fase campestre, relevo plano e suave ondulado.

Fonte – UFV/CETEC/UFLA/FEAM (2010).

11.6.1.1. Latossolos

Os Latossolos são tipos pedológicos que exibem avançado estágio de intemperização, condição que leva a caracterizá-los como solos muito evoluídos em decorrência de intensas transformações do material constitutivo. Por essa razão, são destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo. São normalmente muito profundos, raramente com o perfil inferior a um metro. Denotam como aspecto peculiar a pouca diferenciação dos horizontes A, B, e C, com transições usualmente difusas ou graduais e o horizonte B latossólico.

Ostentam coloração avermelhada, alaranjada ou amarelada dependendo da quantidade e do tipo de óxidos de ferro presentes, friáveis, porosos, textura variável e argila de atividade baixa (Tb). São predominantemente ácidos e quimicamente pobres. Ocupam grandes extensões em porções de relevo suave e suave ondulado a exemplo das chapadas da mesorregião do Triângulo Mineiro e nas áreas de coberturas detrítico-lateríticas. Os minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, bem como a fração silte ocorre em pequenas proporções enquanto que os teores de óxidos de ferro e alumínio são elevados. Pode ser observado um escurecimento no horizonte superficial devido à presença da matéria orgânica (EMBRAPA, 2013).

Possuem boas condições físicas que, aliadas ao relevo plano ou suave ondulado onde ocorrem, favorecem a mecanização agrícola e utilização com as mais diversas culturas adaptadas à região. Por ser profundo, poroso ou muito

poroso e se for eutrófico, propicia condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade (EMBRAPA, 2013).

11.6.1.1.1. Latossolo Vermelho distrófico típico

Especificamente na AID do empreendimento, o Latossolo Vermelho presente é do tipo distrófico (3º nível categórico do SiBCS). Quanto às características e às implicações para uso e manejo (4º nível categórico do SiBCS), pode ser caracterizado como típico, ou seja, não apresenta nenhuma característica restritiva no quarto nível de classificação. São solos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (inclusive BA).

11.6.1.1.2. Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico

São solos de baixa fertilidade, com saturação por bases < 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) e não apresentam nenhuma característica restritiva no quarto nível de classificação (SiBCS, 2018).

11.6.1.2. Argissolos

Segundo EMBRAPA – AGEITEC (2019), a classe dos Argissolos está presente em todo o território nacional, do Amapá ao Rio Grande do Sul, constituindo a classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos.

Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a presença de horizonte B textural de argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico. O horizonte B textural (Bt) encontra-se imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para ser enquadrado nas classes dos Luvisolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Grande parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B, com ou sem decréscimo nos horizontes subjacentes. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

Os Argissolos são de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e mais raramente brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

11.6.1.2.1. Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico típico

Na área de influência do empreendimento, os Argissolos Vermelho Amarelo presentes apresentam cores vermelho-amareladas e/ou amarelo-avermelhadas com saturação por bases $\geq 50\%$ na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, sendo então classificadas quanto ao terceiro nível categórico do SiBCS (2018) como eutrófico e no quarto nível categórico, pelo menos na maior parte, são enquadrados como típicos. Ocorrem na AID do empreendimento associados a outras classes de solos, o que torna restrita a representatividade dessa classe pedológica em documentos cartográficos.

11.6.1.3. Cambissolos

São solos fortemente, até imperfeitamente, drenados, rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, e de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e o solum, geralmente, apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do horizonte A para o Bi. A estrutura do horizonte B pode ser em blocos, granular ou prismática, havendo casos, também, de solos com ausência de agregados, com grãos simples ou maciços (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

Os Cambissolos que apresentam espessura no mínimo mediana (50-100 cm de profundidade) e sem restrição de drenagem, em relevo pouco

movimentado, eutróficos ou distróficos, apresentam bom potencial agrícola. Quando situados em planícies aluviais estão sujeitos a inundações, que se frequentes e de média a longa duração são fatores limitantes ao pleno uso agrícola desses solos (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

11.6.1.3.1. Cambissolo Háptico distrófico típico

São solos com argila de atividade alta e saturação por bases inferior a 50%, ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B, inclusive BA, (3º nível categórico SiBCS, 2018) típicos (4º nível categórico SiBCS, 2018).

11.6.1.4. Gleissolos

Os Gleissolos são solos minerais, hidromórficos, desenvolvidos de sedimentos recentes não consolidados, de constituição argilosa, argilo-arenosa e arenosa, do período do Holoceno. Podem ocorrer com algum acúmulo de matéria orgânica, porém, com o horizonte glei iniciando dentro de 50 cm da superfície, ou entre 50 e 125 cm, desde que precedido por horizontes com presença de mosqueados abundantes e cores de redução. Compreende solos mal a muito mal drenados e que possuam características resultantes da influência do excesso de umidade permanente ou temporário, devido a presença do lençol freático próximo à superfície, durante um determinado período do ano (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

Apresentam um horizonte subsuperficial de coloração acinzentada, cinzenta, com mosqueados amarelados ou avermelhados, oriundos da oxidação do ferro na matriz do solo, em consequência dos fenômenos de oxi-redução. São solos bastante diversificados em suas características físicas, químicas e morfológicas, devido às circunstâncias em que são formados, de aporte de sedimentos e sob condição hidromórfica. Podem ser eutróficos, distróficos, com argilas de atividade alta ou baixa, acidez moderada a forte. De um modo geral, apresentam sequência de horizontes A ou Ag, Cg; A, Big, Cg; A, Btg, Cg; H (menor que 40 cm), Cg. O horizonte A comumente é do tipo moderado ou proeminente (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

11.6.1.4.1. Gleissolo Melânico distrófico típico

Solos com horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico, com argila de atividade baixa e saturação por bases < 50%, ambas na maior parte dos horizontes B e/ou C (inclusive BA ou CA) dentro de 100 cm a partir da superfície do solo (SiBCS, 2018).

11.6.1.5. Organossolos

Compreende solos provenientes de material originário de natureza predominantemente orgânica. Definidos pelo SiBCS (Embrapa, 2018) pela presença de horizontes de constituição orgânica (H ou O) de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada e, com grande proporção de resíduos vegetais em grau variado de decomposição, que podem se sobrepor ou estarem entremeados por horizontes ou camadas minerais de espessuras variáveis.

Usualmente são solos fortemente ácidos, apresentando alta capacidade de troca de cátions e baixa saturação por bases (distróficos), apresentando, por vezes, teor de alumínio elevado. Verificam-se, no entanto, esporádicas ocorrências de saturação média ou alta (eutróficos).

Com relação às características físicas, apresentam restrições causadas por drenagem deficiente relacionadas aos ambientes de ocorrência destas classes de solos. Também, em função da tendência à subsidência (abaixamento do nível da superfície do solo causada pela retração do material) típica destes solos, apresentam forte restrição à mecanização (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

11.6.1.5.1. Organossolos Háptico sáprico típicos e térricos

A classe GMd2, que está incluída os Organossolos, é do tipo Háptico sáprico típicos e térricos (4º nível categórico do SiBCS, 2018). São solos com material orgânico sáprico na maior parte dos horizontes e/ou camadas dentro de 100 cm a partir da sua superfície. Apresentam horizontes e/ou camadas constituídos por materiais minerais (horizonte A, Ag, Big e/ou Cg), com espessura (contínua ou cumulativa) > 30 cm, dentro de 100 cm a partir da

superfície do solo (Larach et al., 1984, t. 2, p. 707, perfil complementar 137 apud SiBCS, 2018).

11.6.1.6. Neossolos

São solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação dos solos, seja em razão de maior resistência do material de origem ou dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo) que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário, sendo definido pelo SiBCS (Embrapa, 2018) como solos pouco evoluídos e sem a presença de horizonte diagnóstico. Podem apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio. Variam de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

Em áreas mais planas, os Neossolos, principalmente os de maior fertilidade natural (eutróficos) e de maior profundidade, apresentam potencial para o uso agrícola. Os solos de baixa fertilidade natural (distróficos) e mais ácidos são mais dependentes do uso de adubação e de calagem para correção da acidez. Em ambientes de relevos mais declivosos, os Neossolos mais rasos apresentam fortes limitações para o uso agrícola relacionadas à restrição a mecanização e à forte suscetibilidade aos processos erosivos (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

O manejo adequado dos Neossolos de áreas mais planas, em geral, requer correção de acidez e de teores nocivos de alumínio para a maioria das plantas e de adubação de acordo com a necessidade da cultura. Para os Neossolos de encostas, além destas, há necessidade do uso de práticas conservacionistas devido à forte suscetibilidade aos processos erosivos (EMBRAPA - AGEITEC, 2019).

11.6.1.6.1. Neossolo Quartzarênico Hidromórfico

Neossolos sem contato lítico ou lítico fragmentário dentro de 50 cm a partir da superfície, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. São essencialmente quartzosos, tendo, nas frações areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo).

O tipo pedológico encontrado dentro dos limites da ADA e AID conforme o Mapeamento pedológico (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010) é o LVd3. Na AII, são incluídos os solos das classes PVAe12 e GMd4 junto ao LVd3, que continua com ampla distribuição. Na Figura 11.37 são apresentados os solos encontrados na ADA e AID. O Mapa da Figura 11.38 apresenta a espacialização das unidades pedológicas existentes nas áreas de influência do empreendimento e seu entorno:

Figura 11.37 – (A e B) Latossolos Vermelho em áreas de pivôs utilizados para culturas de grãos e olerícolas. (C) Latossolo Amarelo em área de preparo do solo para cafeicultura anteriormente utilizada para silvicultura. (D) Solo com cascalho evoluído sobre a Formação Marília. (E e F) Gleissolos em áreas mais baixas no terreno próximo ao rio Bagagem (fundo de vale).

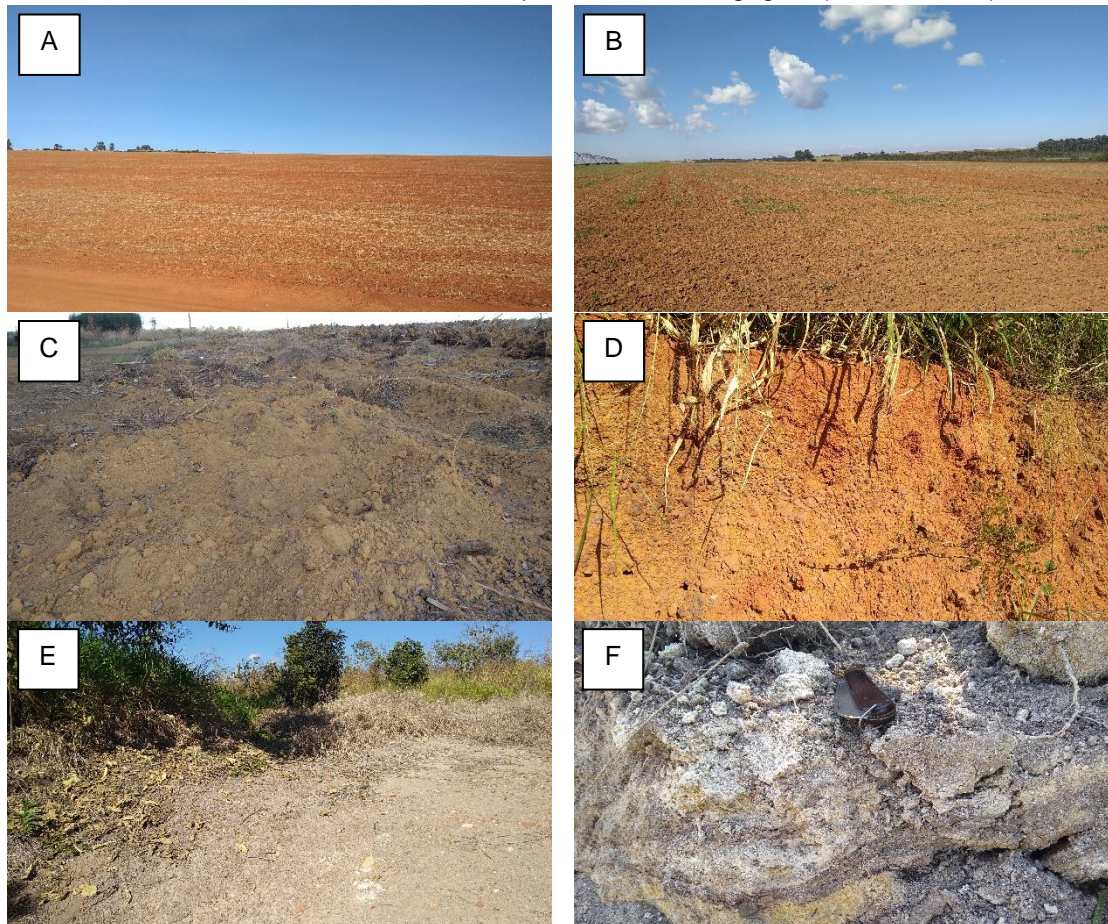
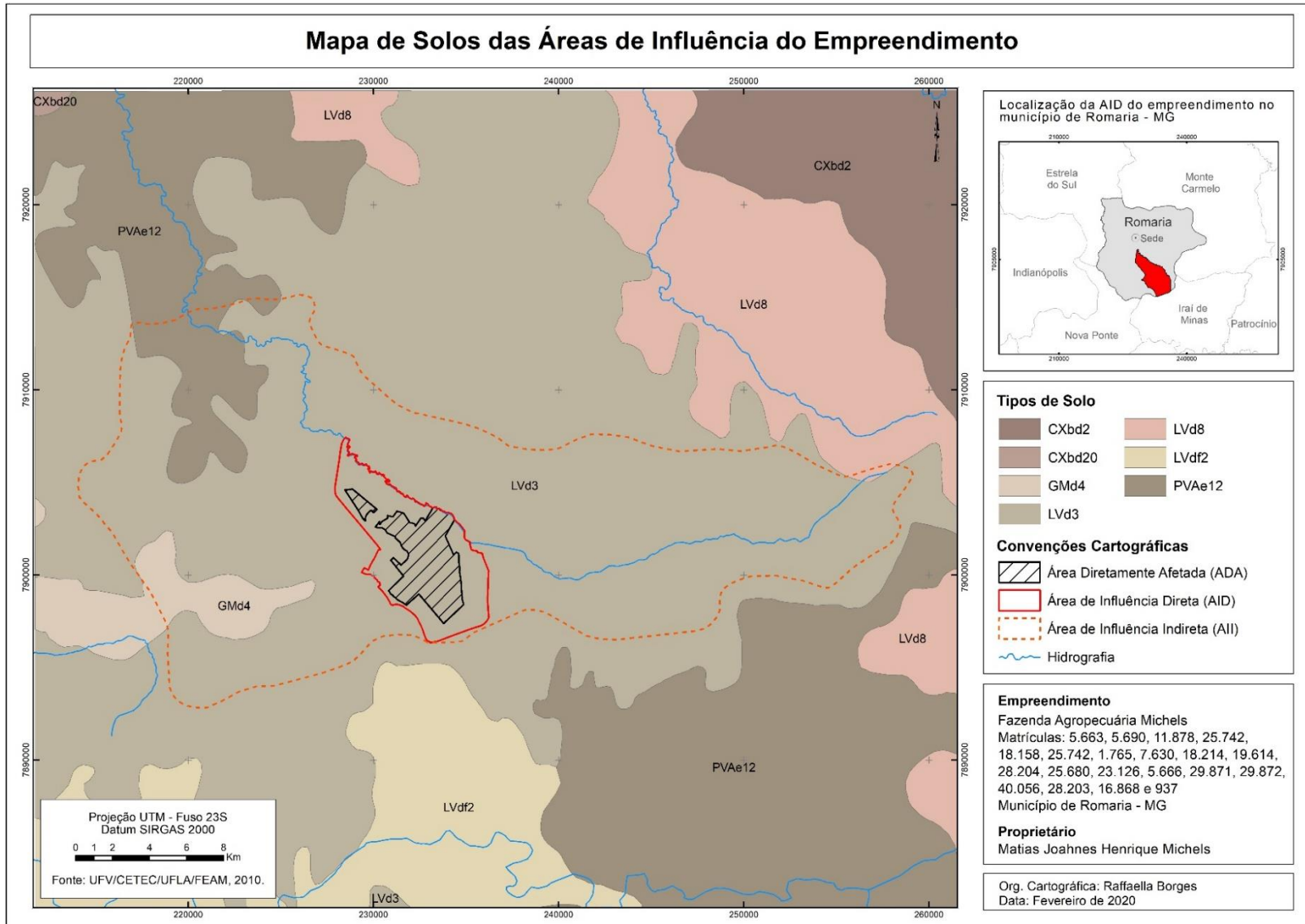


Figura 11.38 – Mapa de solos das áreas de influência do empreendimento.



11.7. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

11.7.1. Introdução

A água representa um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, além de ser um dos elementos fundamentais para existência e bem estar do homem e componente importantíssimo na manutenção dos ecossistemas do planeta.

A Lei nº 6.938, de 31/08/1981, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, conceitua as águas superficiais juntamente com a atmosfera, as águas interiores, as águas subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo e os elementos da biosfera como Recursos Ambientais.

As águas superficiais são aquelas que se acumulam na superfície do nosso planeta e dão origem aos cursos d'água (rios, ribeirões e córregos), lagos, lagoas, pântanos e etc. Dada a sua forma de ocorrência, constituem as principais fontes de abastecimento de água potável do planeta.

A água pode ser considerada um recurso renovável devido a sua capacidade de se recompor em quantidade, principalmente pelas chuvas e por sua capacidade de absorver poluentes. Porém, a sua definição como um recurso renovável é limitada pelo uso, que interfere na sua disponibilidade e na quantidade existente pela qualidade apresentada.

Para a elaboração do diagnóstico relativo às águas superficiais no âmbito das áreas de influência do empreendimento realizaram-se levantamentos de informações constantes em trabalhos científicos e técnicos, monografias, dissertações, teses e cadastros de outorgas emitidos pelos órgãos competentes com o objetivo de caracterizar os recursos hídricos superficiais em escalas regional e local.

11.7.2. Hidrografia

A Divisão Hidrográfica Nacional, instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH/ANA (2003), estabelece doze Regiões Hidrográficas Brasileiras, conforme apresentadas na Figura 11.39 Região Hidrográfica é o espaço territorial brasileiro compreendido 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 11.39 – Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos



Fonte – CNRH, 2003.

As áreas de influência do empreendimento estão inseridas na Região Hidrográfica do Paraná. De acordo com a ANA (2015) esta região abrange 879.873 km², cerca de 10% do território brasileiro e congrega sete estados da federação: São Paulo (25%), Paraná (21%), Mato Grosso do Sul (20%), Minas Gerais (18%), Goiás (14%), Santa Catarina (1,5%) e Distrito Federal (0,5%). Caracteriza-se como a região hidrográfica mais populosa, onde vivem cerca de 61,3 milhões de pessoas e, também, de maior desenvolvimento econômico. Ainda, segundo a ANA (2015), a demanda por água na Região Hidrográfica do Paraná corresponde a 31% de toda a água consumida no país.

A bacia hidrográfica do rio Paranaíba é a segunda maior unidade da Região Hidrográfica do Paraná, ocupando 25,4% de sua área, apresentando uma área de drenagem de 222,6 mil km². Posicionada na região central do Brasil, ocupa cerca de 2,6% do território nacional e inclui os estados de Goiás (63,3%), Minas Gerais (31,7%), Mato Grosso do Sul (3,4%) e Distrito Federal (1,6%), conforme apresentado na Tabela 6.7. A bacia abrange 197 municípios e o Distrito Federal. Destes, 28 sedes municipais se encontram fora dos limites da bacia (ANA, 2013).

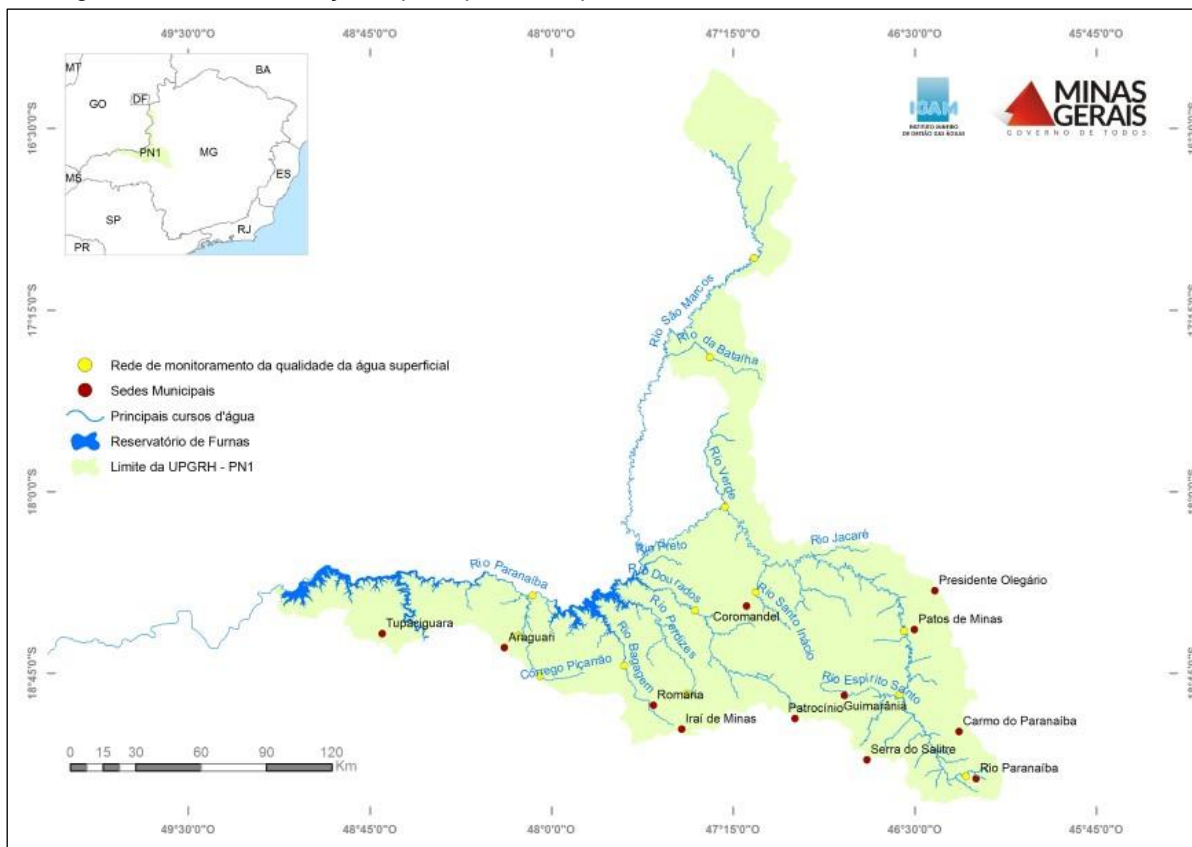
Na bacia hidrográfica do rio Paranaíba (PN), as Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos (UPGRH-MG) estão subdivididas em três unidades: PN1, que

corresponde às nascentes do rio Paranaíba até jusante da barragem de Itumbiara; PN2, a bacia do rio Araguari; e PN3, referente ao baixo curso da bacia do rio Paranaíba (da barragem de Itumbiara até a foz).

As áreas de influência do empreendimento estão inseridas na Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos (UPGRH) – Afluentes Mineiros do Alto Rio Paranaíba (PN1), com uma área de drenagem de 22.244 km², que representa 31,49% do território da bacia do rio Paranaíba. Abrange total ou parcialmente os territórios dos seguintes municípios: Abadia dos Dourados, Araguari, Araporã, Carmo do Paranaíba, Cascalho Rico, Coromandel, Cruzeiro da Fortaleza, Douradoquara, Estrela do Sul, Grupiara, Guarda-Mor, Guimarânia, Iraí de Minas, Lagamar, Lagoa Formosa, Monte Carmelo, Nova Ponte, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Presidente Olegário, Rio Paranaíba, Romaria, Serra do Salitre, Tupaciguara e Unaí, conforme podem ser observados na Figura 11.40. Desses 26 municípios que formam o PN1, 18 possuem a sua sede na bacia. Vivem na sua área 417.602 habitantes, sendo 364.112 na área urbana e 53.490 na área rural (IBGE, 2010).

O mapa da Figura 11.40 apresenta a delimitação e os principais rios que formam a UPGRH do Alto Paranaíba – PN1 (IGAM – Portal dos Comitês disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-pn1>>), acessado em 01/12/2019.

Figura 11.40 – Delimitação e principais rios que formam a UPGRH do Alto Paranaíba – PN1.



Fonte – IGAM, 2019.

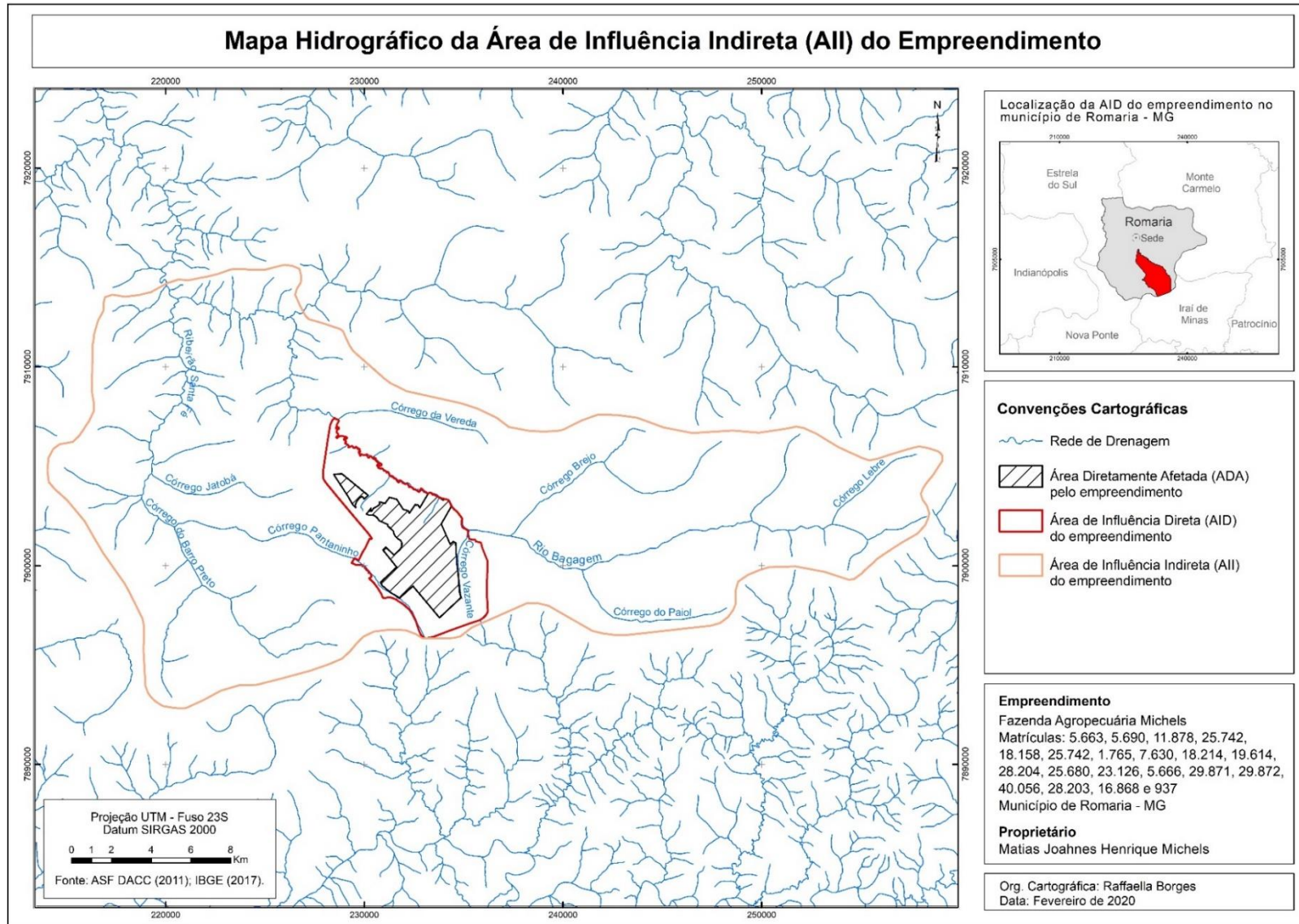
O empreendimento encontra-se inserido na bacia do alto curso do rio Bagagem. Em vista disso, delimitou-se a porção de alto curso da bacia deste rio como a sua Área de Influência Indireta - AII para todos os aspectos ambientais do meio físico. A AID foi delimitada na porção da bacia do alto curso do rio Bagagem tomando por base o alcance dos impactos diretos sobre os componentes do Meio Físico (água, solo, ar, relevo e suas interações) advindos das atividades do empreendimento.

11.7.3. A Bacia hidrográfica do rio Bagagem

O rio Bagagem nasce no município Patrocínio, na mesorregião do Alto Paranaíba. Segue em direção ao rio Paranaíba, passando pelos municípios de Irai de Minas, Monte Carmelo, Romaria, Estrela do Sul, Cascalho Rico e Grupiara. Em seu baixo curso, próximo a sua foz no rio Paranaíba, no limite entre os municípios Cascalho Rico e Grupiara, o rio Bagagem encontra-se integrado ao remanso da UHE de Emborcação. Todo esse percurso do rio Bagagem soma aproximadamente 95km.

A Figura 11.41 apresenta a rede de drenagem das áreas de influência do empreendimento e seu entorno.

Figura 11.41 – Rede de drenagem das áreas de influência do empreendimento e seu entorno.



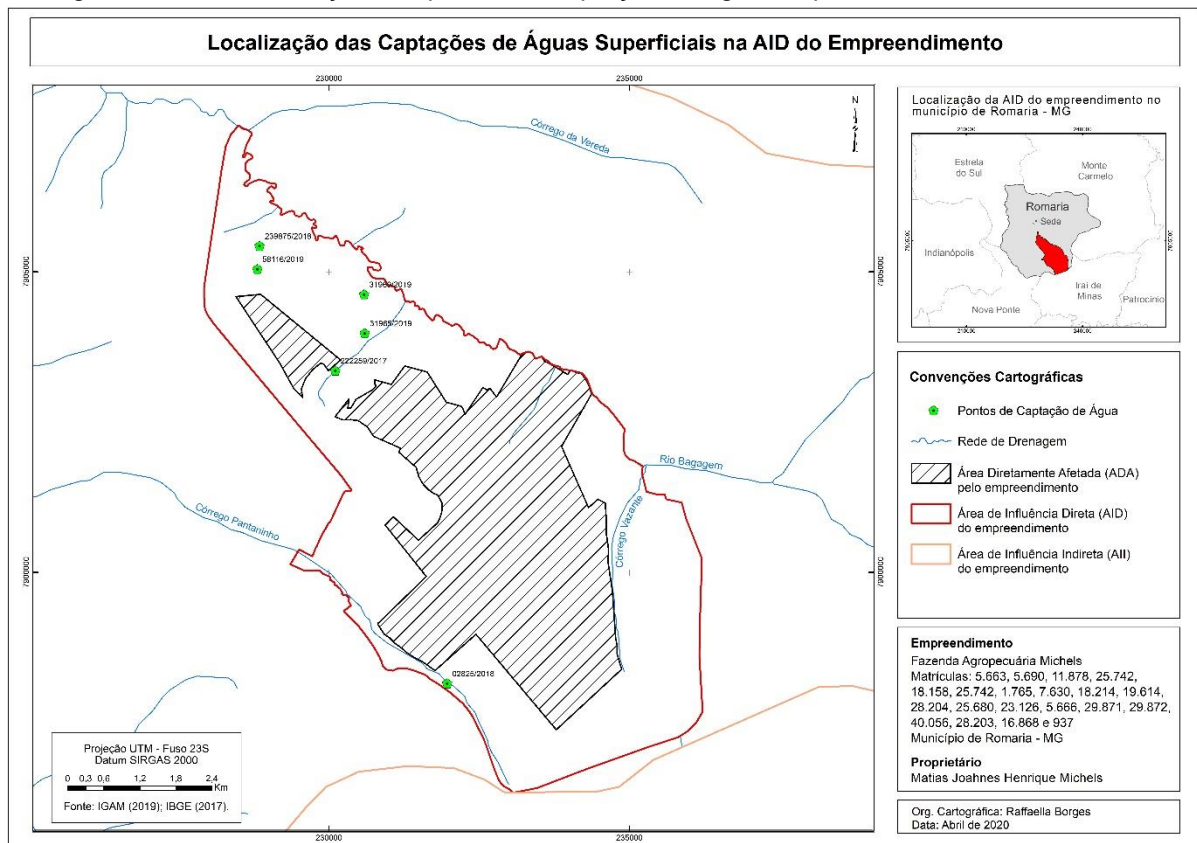
11.7.4. Usos de recursos hídricos superficiais na AID

Com relação aos processos de captações superficiais de água na AID do empreendimento, foram identificadas 8 (oito) captações superficiais de água, conforme apresentados na Tabela 11.15 e representados na Figura 11.42. Desse montante, 3 (três) captações são realizadas na modalidade processo de outorga e 5 (cinco) captações insignificantes.

Tabela 11.15 – Uso das águas superficiais na AID do empreendimento.

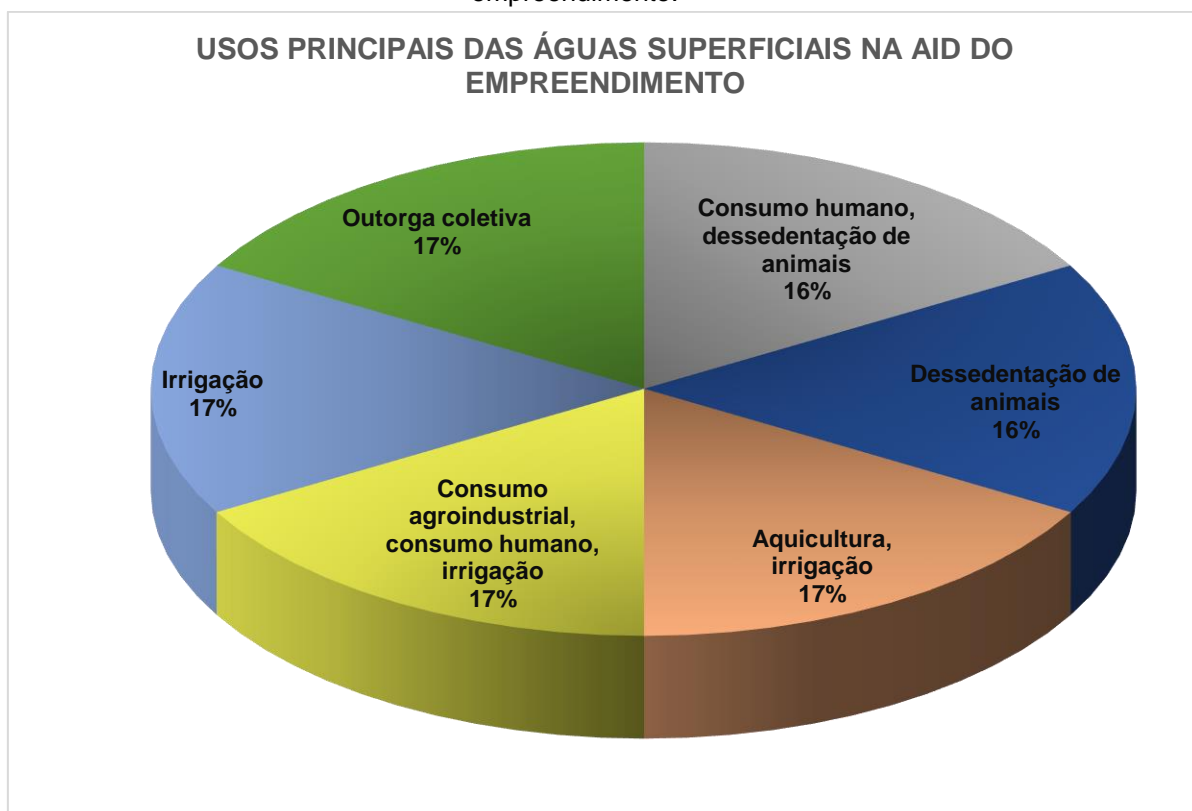
Nº	Processo / Portaria	Modo de uso	Usos da água declarados
01	03439/2018	Captação em barramento em corpo de água com regularização de vazão	Uso coletivo – processo único de outorga
02	924/2020	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc)	Uso coletivo – processo único de outorga
03	924/2020	Captação em barramento em corpo de água com regularização de vazão	Uso coletivo – processo único de outorga
04	222259/2017	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc)	Uso insignificante
05	239875/2018	Captação em barramento em corpo de água sem regularização de vazão	Uso insignificante
06	58116/2019	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	Uso insignificante
07	31965/2019	Captação em corpo de água (rios, lagoas naturais, etc.)	Uso insignificante
08	31969/2019	Captação em barramento em corpo de água sem regularização de vazão	Uso insignificante

Figura 11.42 – Localização dos pontos de captação de águas superficiais na ADA e AID.



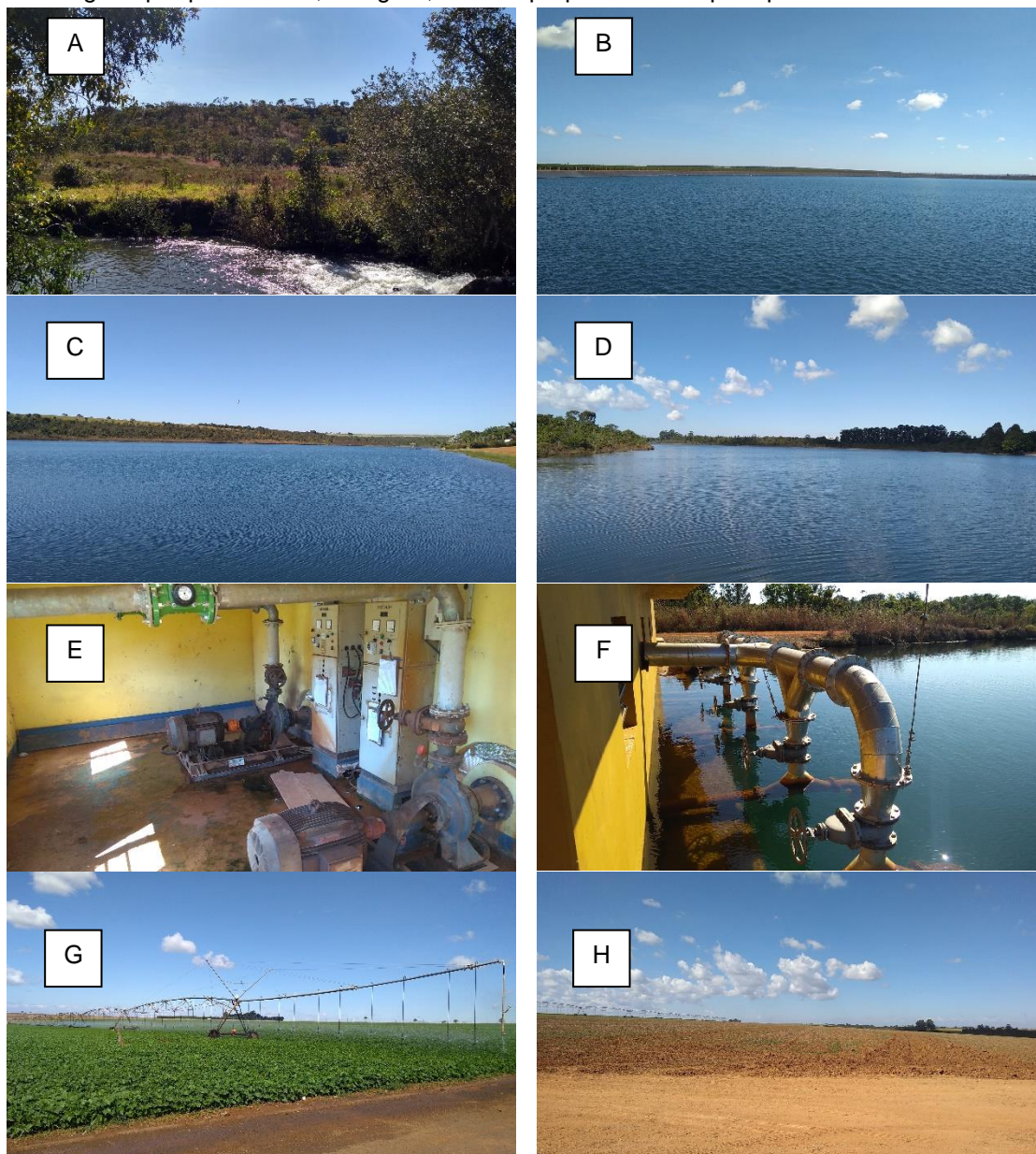
A Figura 11.43 a seguir apresenta graficamente os tipos de usos das águas superficiais na AID do empreendimento. Dos usos declarados nas portarias de outorga, há um ligeiro predomínio da finalidade de uso da água relacionada à aquicultura, com percentual de 40% (2 captações), exclusivas para esse uso. A destinação da água ao paisagismo aparece como cadastro efetivado para uma captação. As outras duas captações aparecem como uso misto, sendo uma destinada ao uso para aquicultura e irrigação e a outra, destinada aos consumos agroindustrial, humano e irrigação.

Figura 11.43 – Distribuição dos usos de recursos hídricos superficiais na AID do empreendimento.



A Figura 11.44 ilustra os recursos hídricos e as estruturas de captação de água e destinação na agricultura na ADA e AID do empreendimento.

Figura 11.44 – (A) Vista do rio Bagagem. (B) Vista do reservatório artificial de água para uso na agricultura. (C) Vista do barramento no rio Bagagem. (D) Vista do barramento no ribeirão Santa Fé. (E) Conjunto motor-bomba, sucção e recalque da água de barramento. (F) Tubulações do sistema de captação de água no barramento do rio Bagagem. (G) Pivô central utilizado para irrigação de culturas temporárias, na figura, cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*). (H) Área irrigada por pivô central, na figura, fase de preparo do solo para plantio de olerícola.

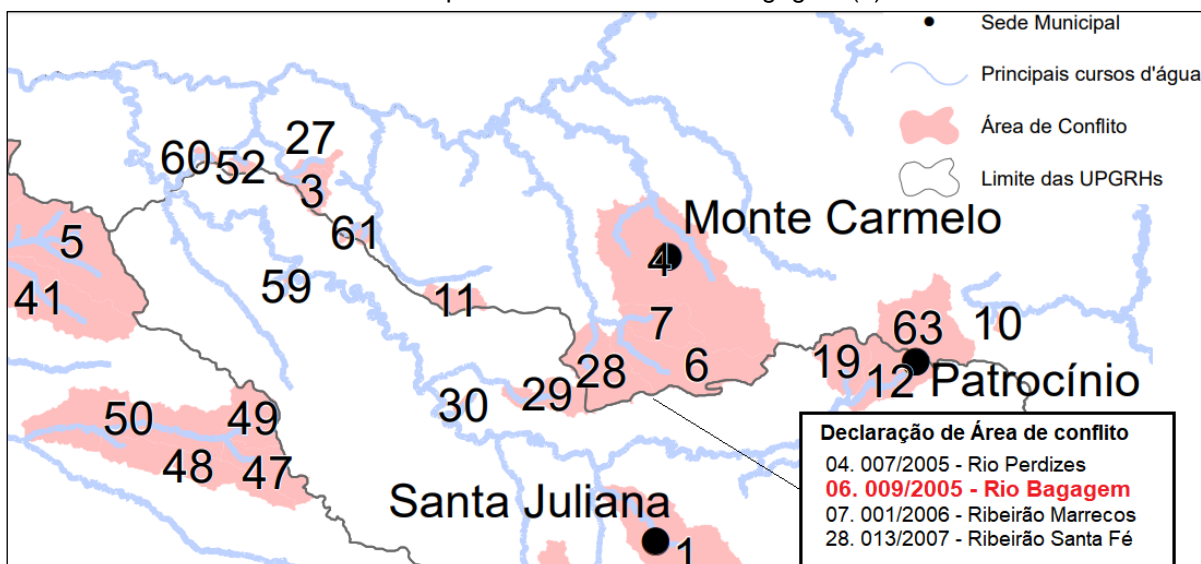


11.7.5. Área de Conflito Declarada (DAC) na porção de alto curso da bacia do rio Bagagem

A região onde estão inseridas as áreas de influência do empreendimento, no alto curso do rio Bagagem, foi decretada como área de conflito (DAC

009/2005) de uso de recursos hídricos por meio da Portaria Igam nº 05, de 17 de janeiro de 2017 (Figura 11.45).

Figura 11.45 – Áreas de Conflito Declarada (DAC) na região do Alto Paranaíba e Triângulo Mineiro. Atentar para o Alto curso do rio Bagagem (6).



Fonte – Portal InfoHidro, acessado em 12/02/2020.

11.7.6. Demanda hídrica do empreendimento

11.7.6.1. Atividades irrigadas do empreendimento

A fazenda do Sr. Matias Johanes Henrique Michels exerce atividades relacionadas a agricultura, especialmente o cultivo de culturas anuais, horticultura e cafeicultura. As áreas de cultivo são irrigadas através dos métodos de gotejamento e pivôs centrais.

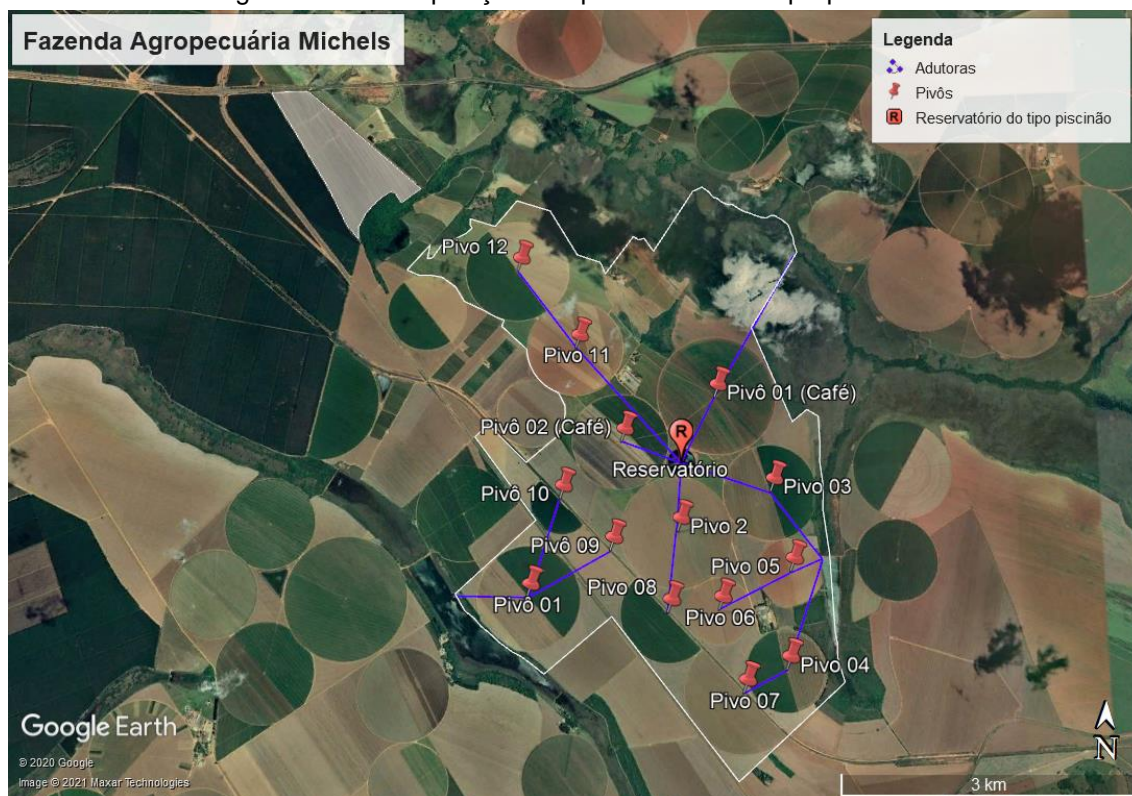
Tabela 11.16 – Áreas de cultivo de cafeicultura.

Setor	Método de irrigação	Área irrigada(ha)	Vazão necessária (m³/h)	Tempo de irrigação (horas)	Lâmina diária (mm)
01	Gotejamento	50,00	91,94	20:00	3,67
02	Gotejamento	51,83	61,85	20:00	2,38
P01	Pivô central	126,48	361,37	21:00	6,0
P02	Pivô central	126,48	361,37	21:00	6,0
Total	-	354,79	876,53	-	-

Tabela 11.17 – Áreas de cultivo de culturas anuais e horticultura.

Setor	Método de irrigação	Área irrigada(ha)	Vazão necessária (m³/h)	Tempo de irrigação (horas)	Lâmina diária (mm)
P01	Pivô central	89,92	278,60	21:00	6,51
P02	Pivô central	108,25	323,09	21:00	6,30
P03	Pivô central	79,00	310,75	21:00	8,26
P04	Pivô central	57,27	179,92	21:00	6,60
P05	Pivô central	46,42	164,75	21:00	9,00
P06	Pivô central	35,37	151,60	21:00	9,00
P07	Pivô central	54,19	155,24	21:00	6,02
P08	Pivô central	37,86	180,29	21:00	10,00
P09	Pivô central	21,59	175,40	21:00	17,06
P10	Pivô central	16,37	157,07	21:00	20,15
P11	Pivô central	81,10	315,89	21:00	8,18
P12	Pivô central	96,42	267,85	21:00	5,83
Total	-	723,76	2.660,45	-	-

Figura 11.46 – Disposição dos pivôs centrais na propriedade.



Fonte – Google Earth.

O empreendimento realiza irrigação em uma área total de 1.078,55 ha, demandando uma vazão de 3.536,98 m³/h. A irrigação por gotejo é abastecida por um reservatório tipo tanque australiano, abastecido por poços tubulares, enquanto a irrigação por pivôs centrais é abastecida por captações superficiais, sendo diretamente conectadas ao ponto de captação ou alimentadas por um reservatório escavado do tipo piscinão, devidamente cadastrado sobre o protocolo n^o: **R0173524/2019**, nos moldes da Portaria IGAM 18/2019. Os pivôs de café 01 e 02 são independentes, enquanto apenas o pivô de culturas anuais P03 é independente, sendo que os demais são interligados, sendo estes: P01, P09 e P10, P02 e P08, P04 e P07, P05 e P06, P11 e P12.

11.7.6.2. Captações realizadas no empreendimento

O empreendimento realiza 08 (oito) captações para suprir sua demanda hídrica, conforme Tabela 11.18.

Tabela 11.18 – Captações do empreendimento.

Ponto	Portaria	Tipo de uso	Vazão (m³/h)	Tempo de captação máximo (horas)	Finalidade
Poço 01	1900581/2020	Poço tubular	20	20:00	Irrigação
Poço 02	-	Poço tubular	21,82	20:00	Irrigação
Poço 03	-	Poço tubular	20,57	20:00	Irrigação
Poço 04	1903610/2020	Poço tubular	20,6	20:00	Irrigação
B01.3	3439/2018	Barramento	720	20:05	Irrigação
P06	924/2020	Direta	372,6	21:00	Irrigação
B03	924/2020	Barramento	603,72	24:00	Irrigação
Poço sede	1907646/2020	Poço tubular	9,3	19:54	Usos gerais
Total	-	-	1.788,61	-	-

Figura 11.47 – Disposição dos pontos de captação na propriedade.



Fonte – Google Earth.

Dentre os 08 (oito) pontos de captação, 06 (seis) encontram-se regularizados, enquanto os demais (poços 02 e 03) estão em processo de regularização, conforme FOB 0586834/2020. Ainda, as captações superficiais estão localizadas em duas áreas declaradas de conflitos, DAC's 009/2005 – Rio Bagagem e 013/2007 – Ribeirão Santa Fé.

Para irrigação do empreendimento, são utilizados 07 (sete), sendo que os poços são destinados as áreas de gotejo e as captações superficiais destinadas aos pivôs. Os pivôs P01, P09 e P10 são abastecidos diretamente pela captação B01.3, da portaria 3439/2018. Os pivôs P03, P04, P05, P06, P07 são abastecidos diretamente pela captação B03, enquanto o pivô de café P01 é abastecido pelo ponto P06, ambos da portaria 924/2020. As captações são destinadas ao reservatório através de adutoras conectadas aos pivôs P03 (B03) e P01 (P06), de onde é utilizada para abastecer os demais pivôs.

Como observado, a captação total do empreendimento destinada à irrigação equivale a 1.779,31 m³/h, enquanto os sistemas de irrigação demandam uma vazão de 3.536,98 m³/h, resultando em um déficit hídrico de 1.757,67 m³/h. Sendo assim, deverá ser adotado um manejo de irrigação compatível com a captação máxima outorgada, de modo suprir as necessidades de cada setor e fase da cultura.

11.8. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

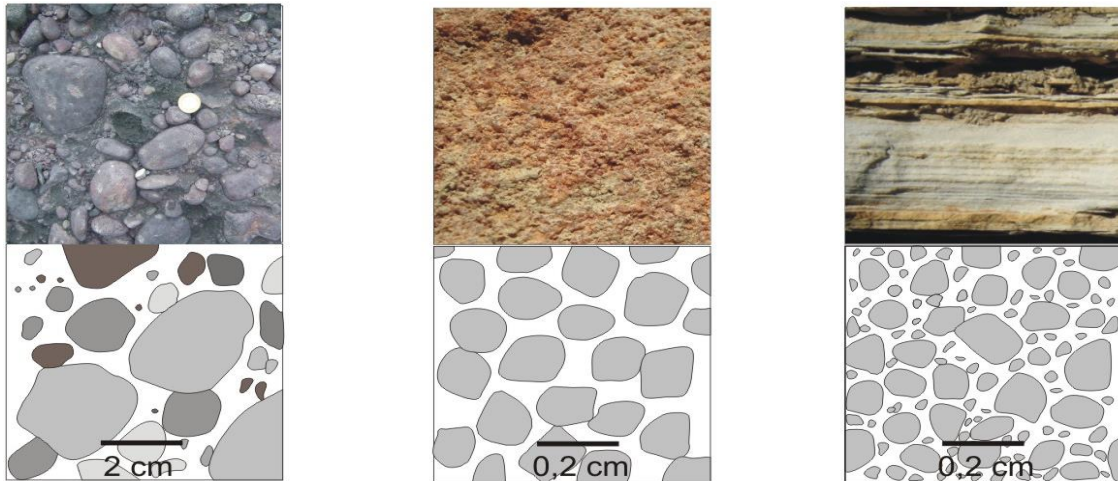
11.8.1. Considerações gerais sobre a Província Hidrogeológica do Paraná

A área da Fazenda do Sr. Matias Johanes Henrique Michels está inserida na grande província hidrogeológica do Paraná, composta por sequências sedimentares e magmáticas espessas e tectonicamente estáveis, as quais englobam dois tipos de aquífero: granular e fraturado.

De acordo com Elis (sem data), o aquífero granular compreende as rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados e, ainda, solos arenosos decompostos *in situ*, cuja porosidade é intergranular. Este tipo de aquífero constitui as mais importantes reservas de água subterrânea em todo o planeta

Terra pelo grande volume que armazenam e pela sua distribuição horizontal. A Figura 11.48 apresenta três exemplos de aquíferos granulares.

Figura 11.48 – 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 está relacionada à densidade de fraturas, abertura e intercomunicação, conforme ilustrada na Figura 11.49, a seguir:

Figura 11.49 – Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária.

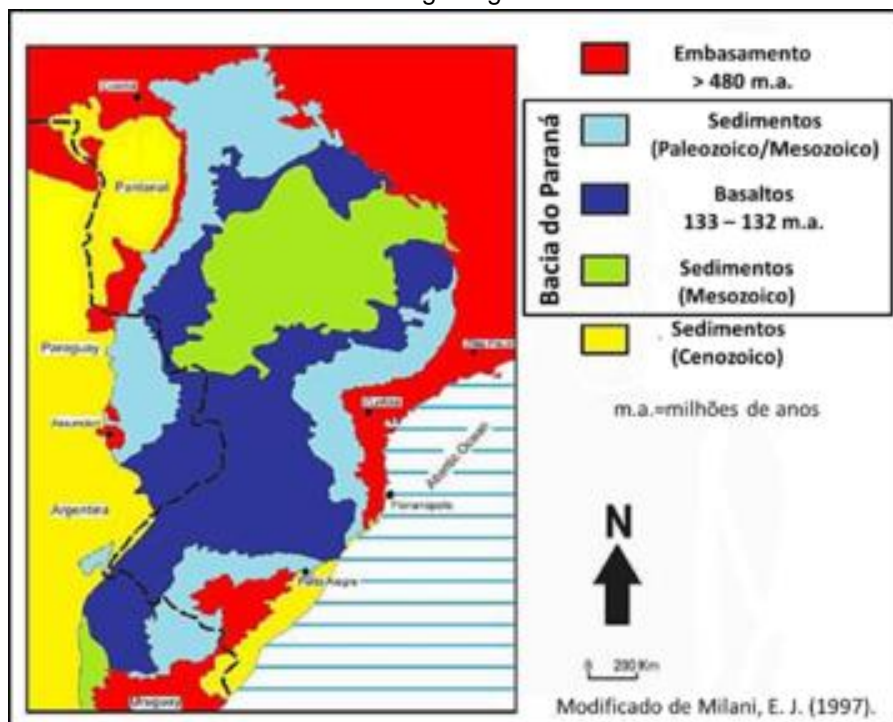


Fonte –Varnier, 2009.

Os dois tipos de Aquíferos ocorrem na Província Hidrogeológica do Paraná (Figura 11.50). O aquífero granular é representado pelas unidades aquíferas Tubarão (Grupo Itararé), Guarani (Formações Pirambóia e Botucatu),

Caiuá (Formação Caiuá) e Bauru (Formações Marília e Adamantina). O aquífero tipo fraturado é representado pela Formação Serra Geral, sendo esta constituída predominantemente por basaltos e corpos intrusivos sob a forma de diques e soleiras de diabásio. A Figura 11.50 a seguir, mostra a distribuição das unidades aquíferas na Província Hidrogeológica da Sedimentar do Paraná.

Figura 11.50 – Distribuição de aquíferos granulares (sedimentos) e fraturados (basaltos) na Província Hidrogeológica do Paraná.



Fonte – Milani, 1977.

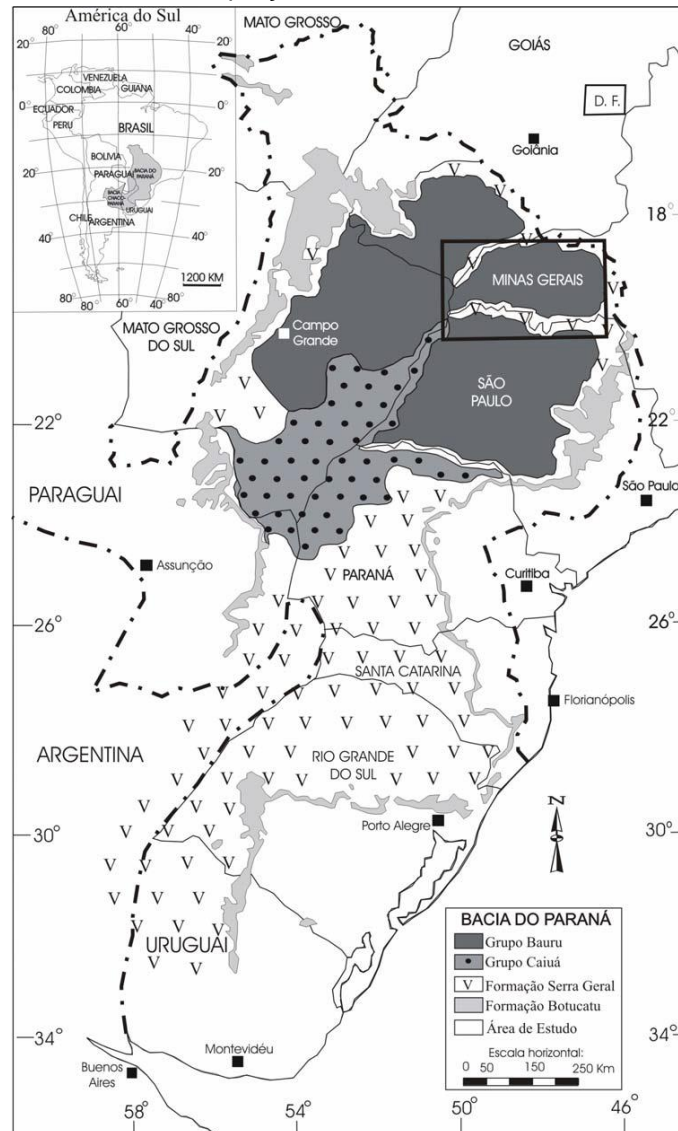
A área do empreendimento faz parte da porção da Bacia Hidrogeológica do Paraná onde se encontram presentes os aquíferos Bauru, Serra Geral e Araxá.

O Sistema Aquífero Bauru apresenta características de aquífero granular. Segundo o Serviço Geológico do Brasil (2012), este sistema aquífero abrange uma superfície de 353.420 km² na Província Hidrogeológica do Paraná.

No Triângulo Mineiro, segundo CPRM (2012), o Aquífero Bauru é constituído pelas unidades hidroestratigráficas Marília, Uberaba e Vale do rio do Peixe e o Caiuá. Este último é representado pela unidade Santo Anastácio, presente nos vales do rio Paranaíba e Grande, respectivamente nos municípios

de Carneirinho (divisa de São Paulo e Goiás) e Iturama (divisa com São Paulo), conforme pode ser observado na Figura 11.51, a seguir:

Figura 11.51 – O Aquífero Bauru/Caiuá na Província hidrogeológica do Paraná e o destaque de sua porção em Minas Gerais.



Fonte – CPRM, 2012.

11.8.2. Principais sistemas aquíferos presentes na ADA e AID e suas características gerais e hidrodinâmicas

Na região do empreendimento e Triângulo Mineiro de uma maneira geral, o SAG encontra-se sotoposto aos Aquíferos Serra Geral e Bauru-Caiuá, sobretudo na sua porção Oeste. No município de Uberaba, segundo dados de 2 (dois) poços tubulares profundos perfurados na área urbana, o SAG foi atingido

a profundidades entre 540 e 700 metros de profundidade e, na cidade de Frutal, a aproximadamente 1.100 metros.

Nos municípios de Romaria e Iraí de Minas este sistema aquífero não apresenta relevância em termos de armazenamento e produção de água em função da limitada distribuição horizontal e pequena espessura dos corpos lenticulares de arenito, em geral não mapeáveis em escala menores que 1:25.000. Próximo à cidade de Romaria, corpos lenticulares de arenitos eólicos da Formação Botucatu podem ser observados na cava de uma antiga mineração de diamante, porém sua espessura máxima não ultrapassa o limite de 5 (cinco) metros. Desse modo, as ocorrências de arenitos eólicos não ostentam importância como unidade aquífera nesta região.

Por outro lado, o Aquífero Serra Geral encontra-se amplamente distribuído em toda a região do Triângulo Mineiro, porém, as suas porções aflorantes se restringem exclusivamente aos vales dos rios Grande, Paranaíba, Araguari, Tijuco e da Prata. Nas demais porções, este aquífero encontra-se subjacente ao Sistema Aquífero Bauru. A espessura desse aquífero fraturado tende ao acréscimo rumo ao centro deposicional da Bacia Sedimentar do Paraná, ou seja, de nordeste para sudoeste. No município de Araguari, a espessura mínima verificada por Velasquez et al (2008) é de 54 metros. Já no município de Frutal a espessura medida em poço tubular gira em torno de 1.000 metros.

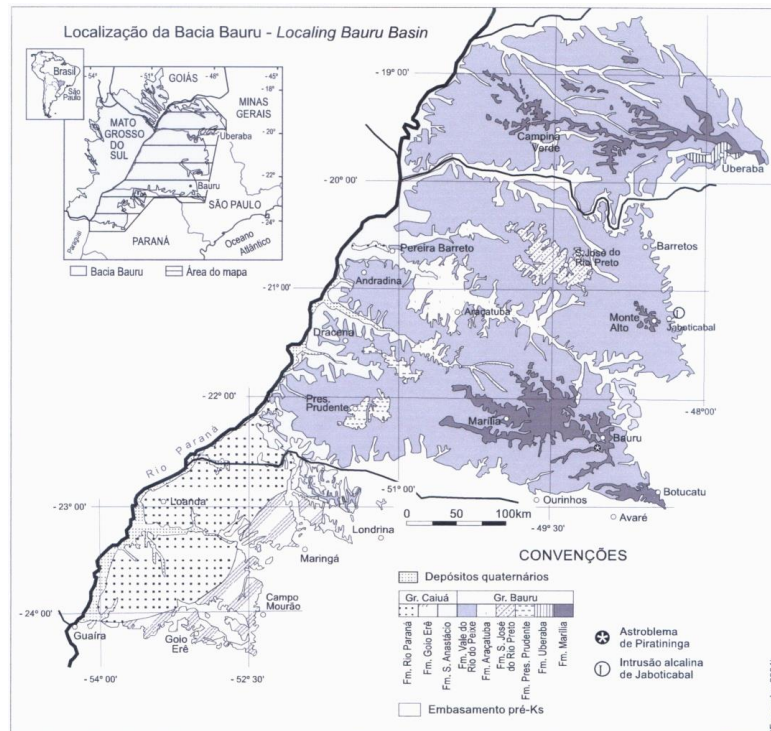
O Aquífero Serra Geral encontra-se ausente na All do empreendimento, porém acha-se presente próximo de seu limite sul no vale do rio Quebra Anzol, onde a espessura máxima se situa em torno de 160 metros, com decréscimo em direção aos municípios de Pedrinópolis, Santa Juliana e Perdizes, sendo que neste último praticamente deixa de existir. Já, rumo aos municípios de Uberaba e Uberlândia a espessura tende ao acréscimo.

O sistema Aquífero Bauru-Caiuá abrange parcialmente os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás e ainda se estende em direção ao Paraguai, totalizando uma área total com aproximadamente 370.000 km² (Figura 11.52).

Especificamente em Minas Gerais, esse sistema aquífero é representado pelas formações Uberaba, Adamantina ou vale do Rio do Peixe, Marília e Santo

Anastácio, sendo que esta última faz parte do Grupo Caiuá presente em áreas restritas nos municípios de Carneirinho e Iturama, onde repousa diretamente sobre o Aquífero Serra Geral.

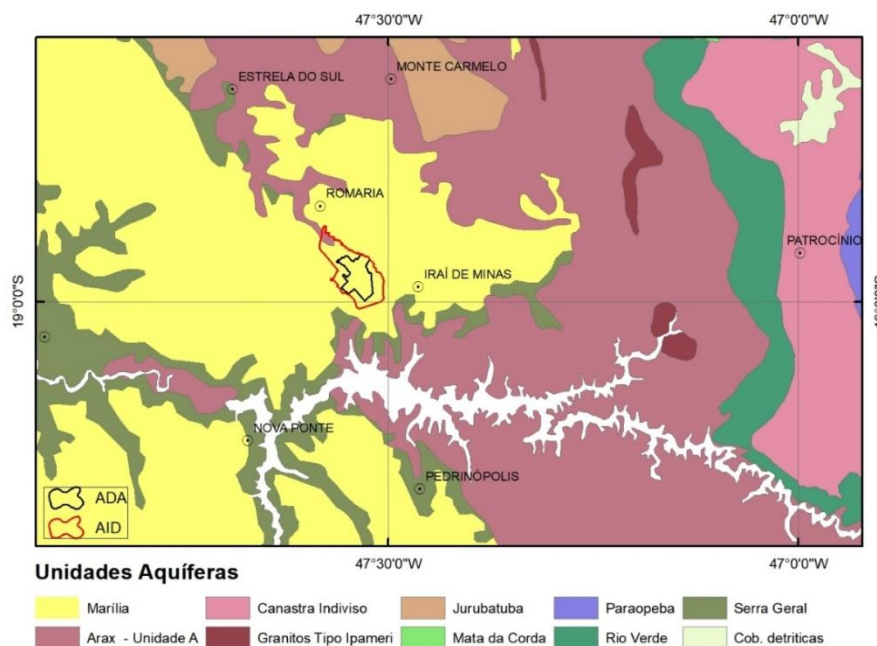
Figura 11.52 – Bacia Bauru na Bacia Sedimentar do Paraná.



Fonte – Fernandes 2004.

A principal unidade aquífera em termos de reservas de água e quantidade explorada na ADA e AID é o Bauru, conforme representados na Figura 11.53. Quanto ao aquífero cristalino, sotoposto ao Aquífero Serra Geral, é representado pelas litologias do Grupo Araxá (Proterozóico Superior). No entanto, as informações hidrogeológicas locais são limitadas em razão de os poços tubulares raramente atingirem esse Aquífero na AID do empreendimento.

Figura 11.53 – Unidades aquíferas Bauru e Serra Geral na AID e ADA do empreendimento.



O Aquífero Marília é representado pelos arenitos imaturos e conglomeráticos com intercalações de lamitos arenosos. Apresenta na AID e ADA do empreendimento a espessura máxima de 60 metros. Hidroestratigraficamente posiciona-se sobre o Aquífero Serra Geral (CPRM, 2012).

As unidades aquíferas Adamantina, Uberaba e Santo Anastácio não ocorrem na região de Romaria, portanto, não serão objetos de descrição no presente EIA.

11.8.2.1. Aquífero Serra Geral

Caracteriza-se como um aquífero do tipo fraturado devido ao intenso diaclasamento apresentado pela rocha basáltica decorrente da contração da massa magmática efusiva durante o seu rápido resfriamento em contato com o ar atmosférico.

O Aquífero Serra Geral está associado aos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Na AII do empreendimento esta unidade aquífera encontra-se sobreposta às rochas metassedimentares do Grupo Araxá (mica xistos, quartzitos e gnaisses) conforme pode ser observado no vale do rio

Quebra Anzol. Porém, na AID esta unidade aquífera não aflora em razão do recobrimento pelas rochas sedimentares arenosas e conglomeráticas da Formação Marília e pela cobertura cenozóica. Nessa condição não aflorante, a recarga do Aquífero Serra Geral é realizada de maneira indireta por infiltração de águas pluviais através da cobertura sedimentar, posicionando-se a cerca de 60 metros abaixo da superfície do terreno no ponto de maior cota altimétrica. Em toda a AID, a recarga do Aquífero Serra Geral é realizada de forma indireta. Ao contrário, nas áreas expostas como ocorre nos vales dos mencionados rios, porém fora da abrangência da All, a recarga ocorre diretamente através de fraturas.

As zonas de descargas do Aquífero Serra Geral também estão localizadas nas porções de vales daqueles rios. É importante salientar que o processo exutório predomina sobre o de recarga em toda a porção de exposição desse aquífero, marcado pela presença de inúmeras nascentes que se posicionam no contato do Aquífero Marília com o Serra Geral, ou então, no contato entre os aquíferos Serra Geral e Araxá.

Hidrodinamicamente, as fraturas abertas permitem a infiltração e percolação profunda de águas pluviais para o interior do Aquífero Serra Geral até atingir os micaxistos do Grupo Araxá. Nesse ponto, a água de percolação encontra litologias menos permeáveis, os micaxistos, que por sua vez, retardam a progressão vertical da água de percolação.

11.8.2.2. 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 das águas pluviais através da cobertura cenozóica e pedológica argilo-arenosa que recobrem as porções de chapada da região (Figura 11.54). Desse modo, o Aquífero Marília apresenta-se como aquífero livre.

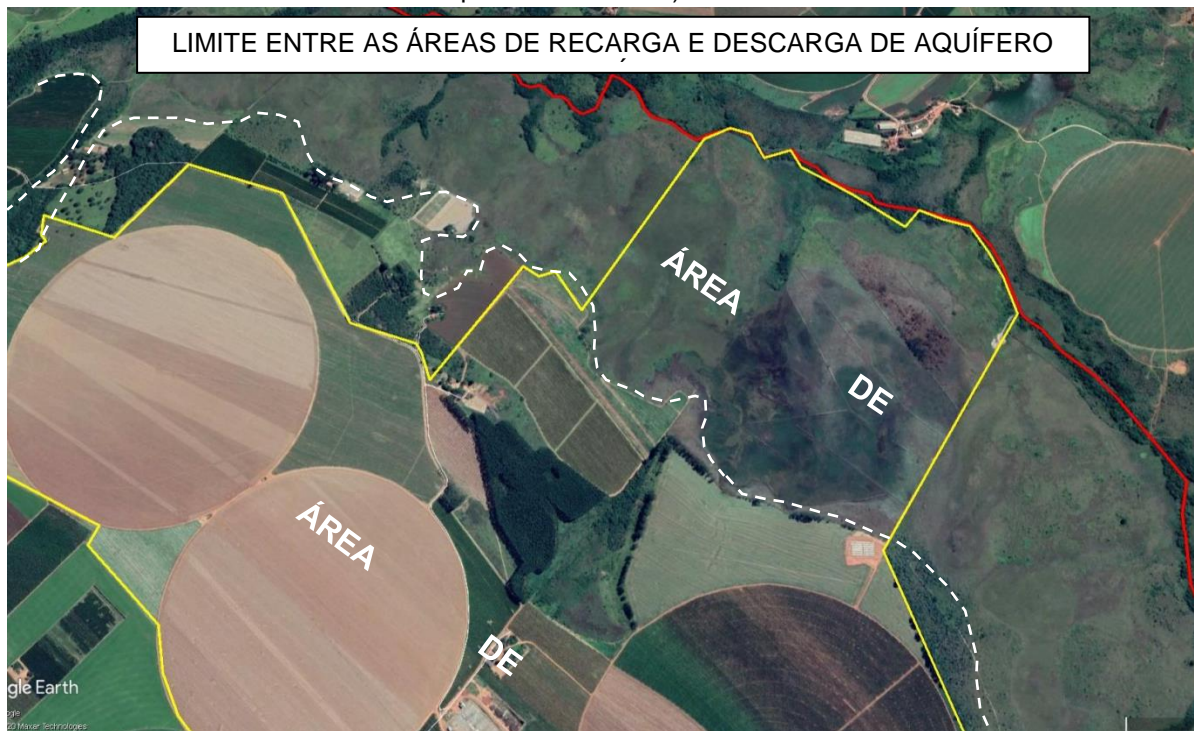
Figura 11.54 – Superfície de topo do Aquífero Marília (Bauru) onde ocorre a recarga direta através da cobertura pedológica.



A descarga do Aquífero Marília ocorre sob a forma de nascentes ao longo das quebras topográficas presentes na borda da chapada. Estas quebras são estabelecidas pela existência de camadas de diferentes resistências à desagregação mecânica e permeabilidades, a exemplo do contato desse aquífero com o Aquífero Serra Geral.

A Figura 11.55 mostra o limite entre as áreas de recarga e descarga do Aquífero Marília.

Figura 11.55 – Limite entre as áreas de recarga e descarga do Aquífero Marília (linha pontilhada branca).



As Figura 11.56 e 13.57 mostram, respectivamente, as áreas de recarga e de descarga do Aquífero Marília presente na AID e ADA do empreendimento:

Figura 11.56 – Área de recarga do Aquífero Marília (Bauru) na AID do empreendimento.



Figura 11.57 – Área de descarga do Aquífero Marília (Bauru) na AID e ADA do empreendimento.



11.8.2.3. Aquífero Araxá

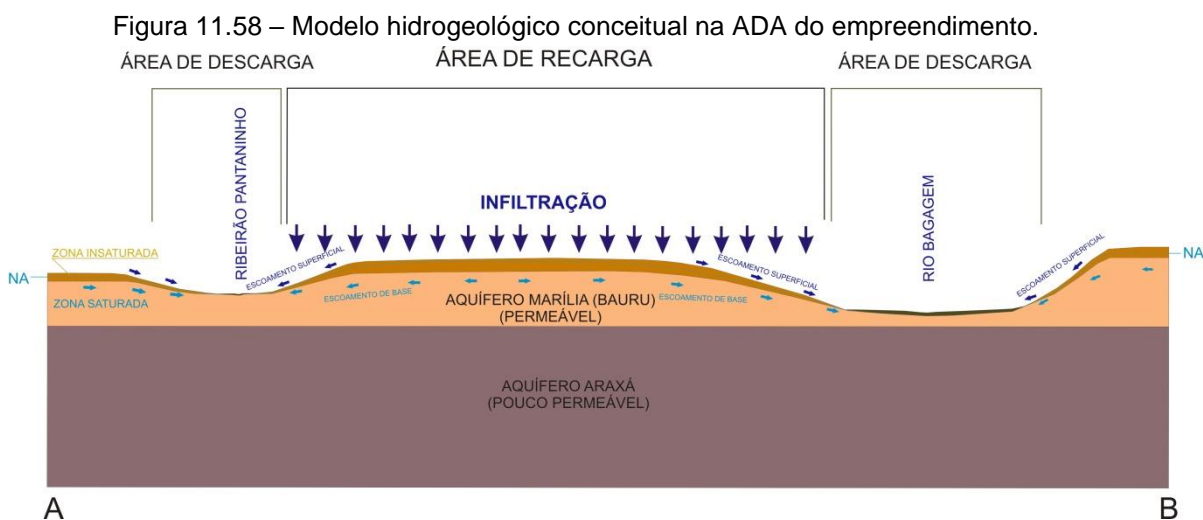
O Sistema Aquífero Araxá compreende o conjunto litológico do Grupo Araxá, associado às Sequências Vulcano-Sedimentares situadas a oeste da cidade de Araxá e que se estende rumo ao Norte adentrando no estado de Goiás, e para o Sul se estendendo em direção à região de Passos. Esta associação litológica é formada predominantemente por micaxistos, com menor contribuição de quartzitos, anfibolitos e rochas ultramáficas.

Em função da pequena porosidade predominante nos tipos litológicos metapelíticos e do baixo ângulo de mergulho da xistosidade, o Sistema Aquífero Araxá possui baixa vocação hidrogeológica, com média de vazões girando em torno de 3,5 m³/h e elevada ocorrência de poços secos ou de vazão muito baixa. Se consideradas as vazões anômalas em pontos isolados, a média eleva-se para 6,5 m³/h, entretanto, este valor médio é superestimado pela existência de poços com vazões superiores a 80 m³/h perfurados em corpos lentiformes de mármore que ocorrem de forma restrita na área de distribuição do Grupo Araxá ou em sistema de fraturas abertas e, portanto, mais produtivas. O valor da moda das vazões é de 2 m³/h. A estatística de vazões apresentada no estudo realizado pelo estado de Goiás abrangendo as unidades aquífera presentes nas áreas de

influência do empreendimento está vinculada a uma densidade de mais de 900 poços.

Na ADA do empreendimento, o Aquífero Araxá encontra-se sotoposto aos aquíferos Serra Geral e Marília (Bauru). Dada a sua condição não aflorante, a sua recarga se faz de maneira indireta através das fraturas do Aquífero Serra Geral.

A Figura 11.58, a seguir, apresenta o modelo hidrogeológico conceitual da ADA do empreendimento. De acordo com esse modelo, as áreas de recarga de aquíferos são representadas pelas porções aplanadas e recobertas por rochas sedimentares da Formação Marília. As porções de vale dos rios mais profundos normalmente caracterizam-se como área de descarga de aquíferos Marília e Serra Geral. Nessa porção a cobertura inconsolidada, quando presente, possui pequena espessura e é constituída, em sua maior parte, por materiais inconsolidados de natureza coluvial. Em razão disso a sua capacidade de armazenamento de água de infiltração é reduzida. Nas porções onde os basaltos se encontram expostos ou com delgada cobertura pedológica, a infiltração ocorre através de suas fraturas, porém prevalece o escoamento superficial das águas pluviais.

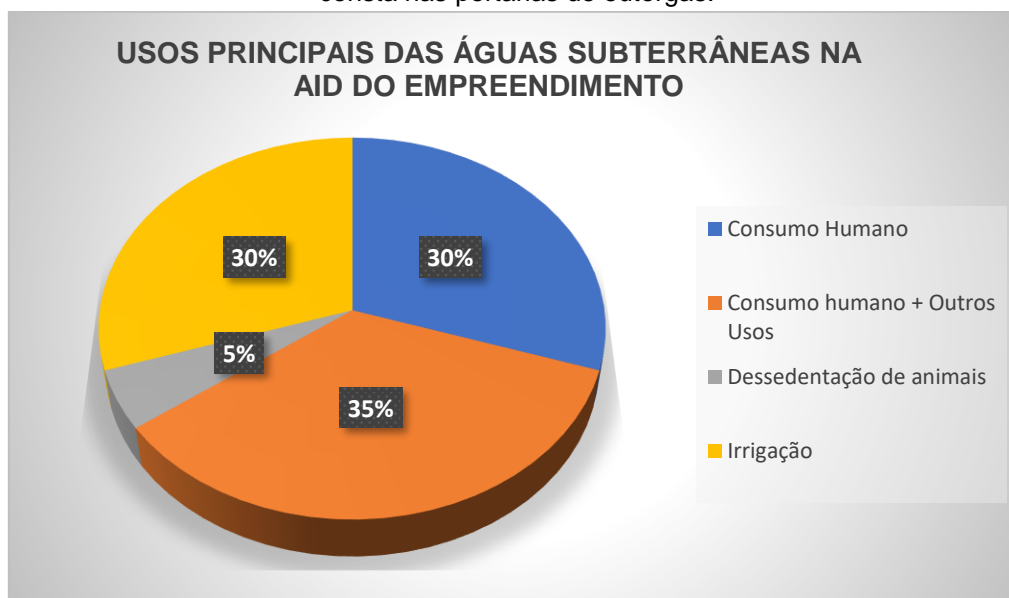


11.8.3. Usos da água subterrânea na AID do empreendimento

Pesquisas realizadas nos portais de consulta identificaram 20 (vinte) captações de água subterrânea na AID do empreendimento. Deste total, 03 (três) captações são realizadas em surgências/Nascentes, 16 (dezesesseis) através de poços tubulares e 01 (um) por meio de poço manual.

Quanto aos usos da água subterrânea na AID, 30% das captações são destinadas exclusivamente ao consumo humano, 35% para o consumo humano associado a outros usos, 05% para dessedentação de animais e 30% para irrigação, conforme apresentados na Figura 11.59.

Figura 11.59 – Finalidades de uso da água subterrânea na AID do empreendimento conforme consta nas portarias de outorgas.



Na Tabela 11.19 estão apresentadas as captações de água subterrânea que ocorrem nas modalidades surgências e poços manuais e tubulares referentes à AID do empreendimento.

Tabela 11.19 – Captações de água subterrânea na AID do empreendimento.

Nº Processo	Tipo de captação	Finalidades de uso da água
171/2013	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
5117/2014	Poço tubular	Consumo humano
5118/2014	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
20646/2015	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
20647/2015	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
29451/2015	Poço tubular	Irrigação
2867/2016	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
4666/2016	Poço tubular	Irrigação
4667/2016	Poço tubular	Irrigação
4668/2016	Poço tubular	Irrigação
4669/2016	Poço tubular	Irrigação
9079/2018	Poço tubular	Irrigação
145430/2018	Surgência	Consumo humano
31948/2019	Poço manual	Consumo humano
58989/2019	Poço tubular	Consumo humano
69664/2019	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos
386/2020	Surgência	Dessedentação animal
2563/2020	Poço tubular	Consumo humano
12622/2020	Surgência	Consumo humano
27862/2020	Poço tubular	Consumo humano + Outros usos

11.8.4. Conclusão

A ADA e a AID do empreendimento estão inseridas em área de domínio de aquíferos porosos e fraturados da Província Hidrogeológica da Bacia do Paraná, associados principalmente a arenitos e conglomerados do Grupo Bauru.

O Aquífero Marília (Bauru) nas áreas de influência do empreendimento apresenta características hidrodinâmicas relacionadas à vazão específica (Q/s), transmissividade (T), permeabilidade (k) e vazão (Q) relativamente elevadas quando comparadas aos aquíferos fraturados Serra Geral e Araxá, embora possam ocorrer camadas menos favoráveis à produção de água subterrânea

dada a presença de níveis com maior quantidade de argila. A espessura máxima deste aquífero na ADA do empreendimento se situa em torno de 60 metros.

Diferentemente do Aquífero Marília, o Aquífero Serra Geral no vale do rio Araguari, próximo ao limite Sul da All do empreendimento caracteriza-se como um Aquífero do tipo fraturado devido ao intenso diaclasamento apresentado pela rocha basáltica decorrente da contração da massa magmática efusiva durante o rápido resfriamento em contato com o ar atmosférico. A sua espessura gira em torno de 160 metros nessa região. Normalmente um manto de intemperismo (solo e saprolito) pouco desenvolvido reveste este aquífero, exceto as porções de maior declividade, onde o Aquífero encontra-se exposto. Tal condição não propicia a percolação e o armazenamento de água no manto de alteração predominando, nesse caso, o escoamento superficial das águas pluviais e a descarga do aquífero.

Por outro lado, as áreas de ocorrência do Aquífero Marília (Bauru) a declividade do terreno é baixa. Sob esta condição predomina a infiltração sobre o escoamento superficial. Parte da água infiltrada e armazenada no Aquífero migra em direção às cabeceiras de drenagens como escoamento de base, sendo este responsável pelo suprimento de água às nascentes. A outra parte percola através das fraturas do Aquífero Serra Geral e estabelece a sua recarga. Desse modo, as porções de topo de chapada funcionam como áreas de recarga do Aquífero Marília e, indiretamente, do Serra Geral e as suas bordas como áreas de descarga que alimentam as nascentes dos cursos d'água e as áreas úmidas de fundo de vales (veredas).

Ressalta-se que as áreas de recarga de Aquífero Marília na ADA e AID do empreendimento são intensamente ocupadas pela agricultura, sobretudo pelos plantios de grãos, ao contrário das porções declivosas, onde a principal atividade econômica é a pecuária, e também onde a vegetação nativa se encontra mais preservada. Desse modo, a condição de área de recarga de aquífero, a característica do aquífero fraturado subjacente e o uso do solo pela agricultura, constituem fatores que impõem uma maior susceptibilidade à contaminação da água subterrânea.

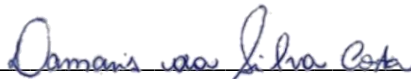
Uberlândia - MG, 20 de janeiro de 2021



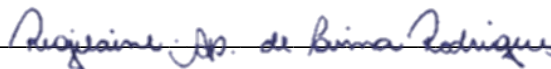
Rosana Miranda Silva de Resende
Engenheira Ambiental
CREA MG 161691 D



Tulio Martins de Lima
Engenheiro Agrônomo
CREA MG 148.471/D



Damaris da Silva Costa
Geógrafa
CREA 237808/D



Regilaine Aparecida de Lima
Engenheira Ambiental e Sanitarista
CREA 170367/D