

Aroeira Soluções Ambientais

Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Guilherme Piva

Licença Ambiental Concomitante – LAC 2

Licenciamento de Operação Corretiva

Classe 4

Fazenda Pampa

Volume 4 – Diagnóstico do Meio Físico

Uberlândia – Minas Gerais

LISTA DE FIGURAS

DESCRIÇÃO DE FIGURAS
Figura 1.2.3-1 - Limites das áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa .
Figura 2.2-1 – Fluxograma das etapas do diagnóstico do Meio Físico – Fazenda Pampa.
Figura 3.3-1 – Precipitações totais anuais (mm) referentes ao período 1989 - 2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).
Figura 3.3-2 – Precipitações médias mensais (mm) referentes ao período 1989 - 2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2018).
Figura 3.4-1 – Temperaturas média mensal, mínima média mensal e máxima média mensal (°C) referentes ao período 1988-2018. Estação meteorológica 83531 Patos de Minas – Patos de Minas - MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.
Figura 3.5-1 – Umidade relativa do ar mensal média no período 1998-2018. Estação meteorológica INMET 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.
Figura 3.5-2 – Umidade relativa do ar média anual correspondente ao período compreendido entre 1998-2018. Estação meteorológica 83531 INMET – Patos de Minas/MG. Fonte: INMET, 2018.
Figura 3.5-3 – Amplitude da umidade relativa do ar entre as médias máximas e mínimas mensais corresponde ao período 1998 – 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.
Figura 3.6-1 – Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) média mensal e máxima média mensal referente ao período 1998-2018. Estação 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.
Figura 3.7-1 – Nebulosidade média anual em décimos (1998-2018). Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.
Figura 3.7-2 – Nebulosidade média mensal em décimos (1998-2018). Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.
Figura 3.8-1 – Curva de insolação total mensal no período 1998-2018 obtida a partir de dados da Estação meteorológica 83531 - Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.
Figura 4.1.1-1 – Característica do relevo onde ocorre o Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.
Figura 4.1.1-2 – Vista do relevo onde ocorre o Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.
Figura 4.1.1-3 – Parte de um perfil no Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.
Figura 4.1.1-4 – Aspecto do perfil de um Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.
Figura 4.1.1-5 – Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.
Figura 4.2-1 – Área com associação de Neossolo Litólico distrófico +Cambissolo Háplico distrófico + Afloramento rochoso.
Figura 4.2-2 – Associação de Neossolo Litólico distrófico e Cambissolo Háplico distrófico.
Figura 4.2-3 – Neossolo quartzarênico.
Figura 4.2-4 – Neossolo quartzarênico.
Figura 4.3.1-1 – Plintossolo Litoplíntico.

Figura 4.3.1-2 – Fragmento de petroplintita em área de ocorrência do Plintossolo Litoplântico - ADA do empreendimento.
Figura 4.3.2-1 – Plintossolo concrecionário.
Figura 4.4-1 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.
Figura 4.4-2 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.
Figura 4.4-3 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.
Figura 4.5-1 – Mapa de solo da ADA/AID do empreendimento Fazenda Pampa. Fonte: UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010.
Figura 5.2-1 – Representação esquemática do arcabouço tectônico da região onde se insere o empreendimento. Fonte - Modificado por Valeriano <i>et al.</i> 2004a, de Almeida <i>et al.</i> 1981.
Figura 5.3.1-1 – 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, sendo que este último contém a Faixa de Dobramentos Brasília (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003), modificado.
Figura 5.3.1-2 – Faixa de Dobramento Brasília e a localização do empreendimento Fonte: Campos Neto et al. 2008, modificado de Valeriano, 2004.
Figura 5.3.1-3 – As zonas Interna e Externa da Faixa de Dobramento Brasília em relação à cidade de Presidente Olegário e Fazenda Pampa. Fonte: Navarro et al., 2013, modificado de Fuck, 1990.
Figura 5.3.1-4 - Seção estrutural Araxá – Ibiá – Campos Altos – Luz mostra os domínios interno e externo da Faixa de Dobramentos Brasília (Fonte: Uhlein, et.al. 2013, modificado).
Figura 5.3.1-5 – A seção estrutural Piracanjuba – Caldas Novas – Paracatu – Unaí mostra os domínios Interno e Externo da Faixa de Dobramentos Brasília (Fonte: Uhlein, et.al. 2013, modificado).
Figura 5.3.3-1 - Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (CSF), ilustrando o embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, os cinturões brasileiros, as coberturas Proterozóicas e as coberturas Fanerozóicas destacando a bacia Sanfranciscana, as sub-bacias e seus limites (modificado de Alkmim e Martins Neto 2001).
Figura 5.4.1-1 – Siltito lilás e verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho da laminação original.
Figura 5.4.1-2 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 5.4.1-3 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 5.4.1-4 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 5.4.1-5 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para a deformação (dobra) da laminação.
Figura 5.4.1-6 – Siltito laminado com superfície lisa e estriada, o que evidencia movimento tectônico por falhamento (espelho de falha).
Figura 5.4.1-7 – Mapa geológico das áreas de influência da Fazenda Pampa.

Figura 5.4.2-1 – Arenitos da Formação Quiricó (Grupo Areado).
Figura 5.4.3-1 - Área de ocorrência da Formação Três Barras. Devido ao recobrimento por sedimentos detríticos de idade Cenozóica (mais recente), não se observa exposição de arenitos dessa unidade geológica.
Figura 5.4.3-2 – Depósito de colúvio arenoso com contribuição de arenitos da Formação Três Barras localizado na borda do relevo residual (chapadão da Ponte Firme). Tal depósito impede a exposição de arenitos dessa unidade geológica.
Figura 5.4.3-3 – Arenito aparentemente maciço pertencente a Formação três Barras. Atentar para o mosqueamento esbranquiçado dado pela caulinita.
Figura 5.4.3-4 – Nível de concreção laterítica na base da cobertura cenozoica e sobreposta aos arenitos da Formação Três Barras.
Figura 5.4.3-5 – Detalhe da concreção laterítica presente na base da cobertura Cenozóica constituindo camadas com espessuras que variam desde centímetros a metros.
Figura 5.4.4-1 – Arenito cinerítico da Formação Capacete contendo clastos vulcânicos.
Figura 5.4.4-2 – Rocha vulcânica máfica da Formação Capacete totalmente intemperizada. Atentar para a coloração esverdeada desse material.
Figura 5.4.5-1 – Sedimentos argilo-arenosos da cobertura Cenozóica recobrem os arenitos da Formação Três Barras no Chapadão da Ponte Firme.
Figura 5.4.5-2 – Materiais argilo-arenosos derivados de sedimentos da cobertura Cenozóica.
Figura 5.4.5-3 – Concreções lateríticas presentes nos materiais detríticos da cobertura cenozoica.
Figura 5.4.5-4 – Exposição de nível de laterita férrica formada entre a cobertura Cenozoica e a Formação Três Barras.
Figura 5.5-1 – Exposição de siltitos da Formação Serra da Saudade na ADA, junto ao vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes.
Figura 5.5-2 – Exposição de arenitos da Formação Três Barras na ADA, na borda da chapada voltada para o vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes.
Figura 5.5.3 – Exposição de arenitos da Formação Capacete na ADA do empreendimento, junto ao vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes (próxima da sede da Fazenda Pampa).
Figura 5.5-4 – Cobertura pedológica argilo-arenosa derivada de sedimentos detríticos da cobertura Cenozóica.
Figura 5.5-5 – Arenito da Formação Capacete cimentado pelo hidróxido de ferro em fundo de vale fluvial (goethita).
Figura 5.5-6 – Arenito da Formação Capacete exposto no vale fluvial do córrego sem denominação, junto à ADA do empreendimento, exibindo a coloração ocre-amarelado resultante da precipitação do ferro na forma de Hidróxido (goethita) nos espaços intergranulares e nas fraturas.
Figura 6.1-1 – Taxonomia para mapeamento geomorfológico (IBGE, 2009).
Figura 6.2-1 – Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (CSF), ilustrando o embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, os cinturões brasileiros, as coberturas Proterozóicas e as coberturas Fanerozóicas destacando a bacia Sanfranciscana, as sub-bacias e seus limites

(modificado de Alkmin e Martins Neto 2001).

Figura 6.2-2 – Localização das áreas de influência do empreendimento em relação ao domínio morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas e à unidade geomorfológica Chapadas do Rio São Francisco. Fonte IBGE, 2006.

Figura 6.3-1 – Mapa de modelado da Área de Influência Direta do empreendimento segundo a taxonomia para mapeamento geomorfológico proposta pelo IBGE (2009).

Figura 6.3-2 – Modelados do relevo ao longo da seção A-B com base na classificação de relevo proposta pelo IBGE (2009).

Figura 6.4.1-1 – Estruturação da rede de drenagem no modelado superfície de dissecação homogênea de topo convexo. Notar que a ADA do empreendimento, assim como a maior parte da AID, não faz parte desse modelado.

Figura 6.4.1-2 – Modelado superfície de dissecação homogênea de topo convexo vista da vertente do alto curso do ribeirão Pirapetinga.

Figura 6.4.2-1 – Siltito da Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho dos planos de acamamento.

Figura 6.4.2-2 – Superfícies de dissecação estrutural – topos de relevo aguçados.

Figura 6.4.2-3 – Intenso ravinamento nas vertentes fluviais, indicado por setas, produzido pelas águas pluviais que escoam sobre a superfície do terreno.

Figura 6.4.2-4 - Padrão de drenagem no modelado superfície de dissecação estrutural – topos de relevo aguçados nas áreas de influência do empreendimento. Notar os padrões semi-retangular e dendrítico no mesmo modelado. Atentar para o grande número de canais intermitentes nas drenagens de 1ª ordem. Apenas uma pequena porção da ADA está representada por esse modelado.

Figura 6.4.3-1 – Modelado Superfície de aplanamento – topo de relevo tabular.

Figura 6.4.3-2 – Rede de drenagem no modelado superfície de aplanamento – topo de relevo tabular nas áreas de influência do empreendimento. Observar a baixa ou muito baixa densidade de drenagem apresentada pelo modelado. A maior parte da ADA do empreendimento se insere nessa categoria de modelado.

Figura 8.2-1 – Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Figura 8.2-2 - Localização do empreendimento na Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos PN1 (Alto Paranaíba) - Fonte: <http://comitês.igam.mg.gov.br>.

Figura 8.2-3 - Unidades Hidrográficas da RH São Francisco e principais cidades.

Figura 8.2-4 – Localização do empreendimento em relação à UPGRH do Rio Paracatu – SF7.

Figura 8.3-1 - Rede de drenagem nas áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa.

Figura 8.4-1 – Localização dos pontos de captação de águas superficiais na ADA e AID do empreendimento – Portarias de outorga.

Figura 8.4-2 - Localização dos pontos de captação de águas superficiais nas áreas de influência do empreendimento – **Certificados de Usos Insignificantes**.

Figura 8.4-3 – Quantitativos dos modos de usos de recursos hídricos superficiais na AID/ADA do empreendimento – Portarias de Outorga.

Figura 8.4-4 – Barramento para captação de água e regularização de vazão em afluente da margem esquerda do córrego Fernandes.

Figura 8.4-5 – Barramento para captação em curso de água, com regularização de vazão (área máx. menor ou igual 5,00 ha). Na ocasião da visita de campo este barramento se encontrava em reforma visando à adequação do aterro e dos vertedouros (serviço, emergência e de fundo).

Figura 8.4-6 – Tanque parcialmente escavado no solo (piscinão) e revestido com geomembrana de PEAD destinado ao armazenamento de água captada em barramento localizado na ADA do empreendimento.

Figura 8.4-7 - Na ocasião dos levantamentos de campo esta estrutura se encontrava em obras com vistas à proteção do aterro contra erosão com plantio de placas de grama (A) e cercamento do perímetro (B).

Figura 8.4-7 - Na ocasião dos levantamentos de campo esta estrutura se encontrava em obras com vistas à proteção do aterro contra erosão com plantio de placas de grama (A) e cercamento do perímetro (B).

Figura 9.2-1 – Exemplos de aquíferos granulares: (A) conglomerado; (B) arenito grosso e (c) arenito fino.

Figura 9.2-2 – Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária.

Figura 9.3.2-1 – Áreas de ocorrência da do Aquífero Areado no estado de Minas Gerais e na região em que se insere o empreendimento.

Figura 9.3.4-1 – Unidades aquíferas presentes na região em que se inserem as áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa (Fonte: CPRM, 2015 modificada).

Figura 9.4-1 – feições características das unidades aquíferas presentes na AID do empreendimento. (A e B) exposição de siltitos do Grupo Bambuí (Formação Serra da Saudade) no vale do ribeirão Pirapetinga; (C, D e F) pequena espessura da cobertura inconsolidada; (E) arenito cinerítico do Grupo Mata da Corda (Formação capacete).

Figura 9.4-2 – Situações distintas observadas nos canais de primeira ordem na AID do empreendimento. O fluxo permanente nos canais fluviais só ocorre quando ocorre o suprimento contínuo da água do manto de alteração (fluxo de base da zona freática). Quando esse fluxo ocorre em parte do ano, dá origem a canais intermitentes e, quando de sua inexistência, formam-se canais de águas pluviais.

Figura 9.4-3 – Canais temporários e perenes na AID do empreendimento. Atentar para a pequena espessura do manto de alteração, o que não possibilita o armazenamento de água para o estabelecimento do fluxo de base permanente. O fluxo fluvial só se torna permanente com a contribuição do aquífero (fluxo de base do aquífero).

Figura 9.4-4 – Distribuição das áreas de recarga e descarga de aquíferos na AII, AID e ADA do empreendimento.

Figura 9.4-5 – Modelo hidrogeológico conceitual válido para as áreas de influência do empreendimento.

Figura 9.5-1 - Localização das captações de água subterrânea através de poços tubulares na AID do empreendimento – Portarias de Outorga.

Figura 9.5-2 - Localização das captações de água subterrânea através de poços tubulares na AID do empreendimento – Cadastro usos insignificantes.

Figura 10.3-1 – Representação dos traçados (representados pelas linhas brancas) percorridos na

ADA e AID do empreendimento durante os levantamentos de campo. Os polígonos brancos representam as sedes de propriedades rurais visitadas para coleta de informações sobre ocorrências de cavidades. (Fonte Google Earth, 2022).
Figura 10.4.1-1 – Cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) até um raio de 60 da AID/ADA do empreendimento. (Fonte: CECAV/ICMBIO).
Figura 10.5.2-1 – Siltito lilás e verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho da laminação original.
Figura 10.5.2-2 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 10.5.2-3 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 10.5.2-4 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade.
Figura 10.5.2-5 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para a deformação (dobra) e alto ângulo de mergulho da laminação.
Figura 10.5.2-6 Mapa geológico da área do estudo espeleológico da Fazenda Pampa, com inclusão da AII.
Figura 10.5.2-7 – Afloramento de arenito feldspático pouco cimentado da formação Três Barras junto à borda do Chapadão da Ponte Firme.
Figura 10.5.2-8 - Arenito Arenito feldspático pouco cimentado da formação Três Barras junto à borda da Chapadão da Ponte Firme.
Figura 10.6-1 – Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil. Recorte para a região do Alto Paranaíba e parte de Noroeste de Minas Gerais, contexto regional em que se insere o empreendimento. Fonte: IDE-SISEMA modificado de JANSEN et al. (2012).
Figura 10.7.4-1 - Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades válido para a área investigada, a qual inclui a AID, ADA e Reserva Legal da Fazenda.
Figura 11.2-1 – Pontos de monitoramento das águas superficiais nas bacias hidrográficas que drenam a ADA do empreendimento.
Figura 11.2-2 – Pontos de amostragem de água e rede de drenagem.
Figura 11.2.1-1 – Pontos de amostragem BACIAS 1 e 2.
Figura 11.2.3-1 – Pontos de amostragem BACIA 3.

LISTA DE QUADROS

DESCRIÇÃO DE QUADROS
Quadro 5.3.3-1 - Síntese estratigráfica da Bacia Intracratônica do São Francisco.
Quadro 5.3.4-1 – Apresenta uma síntese estratigrafia da Bacia Sanfranciscana.
Quadro 10.5.1-1 - Síntese estratigráfica da Bacia Intracratônica do São Francisco.
Quadro 10.6-1 - Classificação de potencialidade de ocorrência de cavernas baseada na litologia segundo CECAV/ICMBio.

LISTA DE TABELAS

DESCRIÇÃO DE TABELAS
Tabela 3.2-1 – Normais climatológicas anuais – Estação Meteorológica 83531 – Patos de Minas. Fonte: BDMEP- INMET 2019.
Tabela 3.3-1 – Precipitações mensais média, mínima e máxima (mm) referentes ao período 1989-2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).
Tabela 3.3-2 – Precipitações máximas em 24 horas (mm) referentes ao período 1989-2021 Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).
Tabela 3.4-1 – Temperaturas média, mínima média e máxima média (°C) referentes ao período 1988-2018. Estação meteorológica 83531 Patos de Minas – Patos de Minas -MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.
Tabela 3.5-1 – Umidade relativa do ar média mensal (%) no período 1998-2018.
Tabela 3.5-2 – Amplitude mensal da umidade relativa do ar - médias máximas (amarelo) e mínimas (vermelho) no período 1998-2018. Fonte: Fonte INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.
Tabela 3.6-1 – Direção predominante do vento por estação do ano obtida no período 1998 – 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.
Tabela 3.6-2 – Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) – média mensal e máxima média mensal referente ao período 1998 a 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.
Tabela 3.8-1 – Insolação total média, mínima e máxima (1998-2018), em horas. Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG.
Tabela 6.1-1 – Descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009). Fonte: IBGE 2009, modificado.
Tabela 6.4.3-1 - Processos hidrológicos e geodinâmicos na área dos modelados da AID.
Tabela 8.4-1 – Finalidades de usos das águas superficiais na AID/ADA do empreendimento – portarias de outorga. Fonte: IDE-SISEMA.
Tabela 9.5-1 – Uso das águas subterrâneas na AID do empreendimento – Portarias de Outorga.
Tabela 11.2-1 – Localização dos pontos de monitoramento de águas superficiais.
Tabela 11.3-1 – Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos para a avaliação da qualidade da água.

DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

1 – DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO MEIO FÍSICO DA FAZENDA PAMPA.

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

O Termo de Referência para elaboração de EIA/RIMA da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, em consonância com a Resolução CONAMA nº 001/86, apresenta as seguintes definições para as Áreas de Influência de um empreendimento:

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

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

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

A Resolução CONAMA nº 001/86, assim como o Termo de Referência da FEAM, não definem ÁREA DIRETAMENTE AFETADA (ADA), subtendendo-se que esta é parte integrante da AID.

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

1.2 - Áreas de Influência do Meio Físico

1.2.1 - Área Diretamente Afetada (ADA) – No presente Diagnóstico do Meio Físico a ADA do empreendimento **FAZENDA PAMPA** foi delimitada pela porção de terras ocupadas pelo cultivo agrícola, além de todas as infraestruturas implantadas, tais como: sedes; alojamentos; sistema de tratamento de efluentes sanitários; barracões para armazenamento de produtos e

insumos; silo; galpões para equipamentos e implementos agrícolas; reservatórios de água para irrigação (piscinão); tubulações para adução de água; tratamento de efluentes; vias de acesso; sistemas de irrigação (pivôs-centrais); barramentos em cursos d'água; 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 1.459,30 hectares.

1.2.2 - Área de Influência Direta (AID) – Corresponde a uma extensão territorial diretamente afetada pelos impactos decorrentes das atividades do empreendimento **FAZENDA PAMPA**, 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.

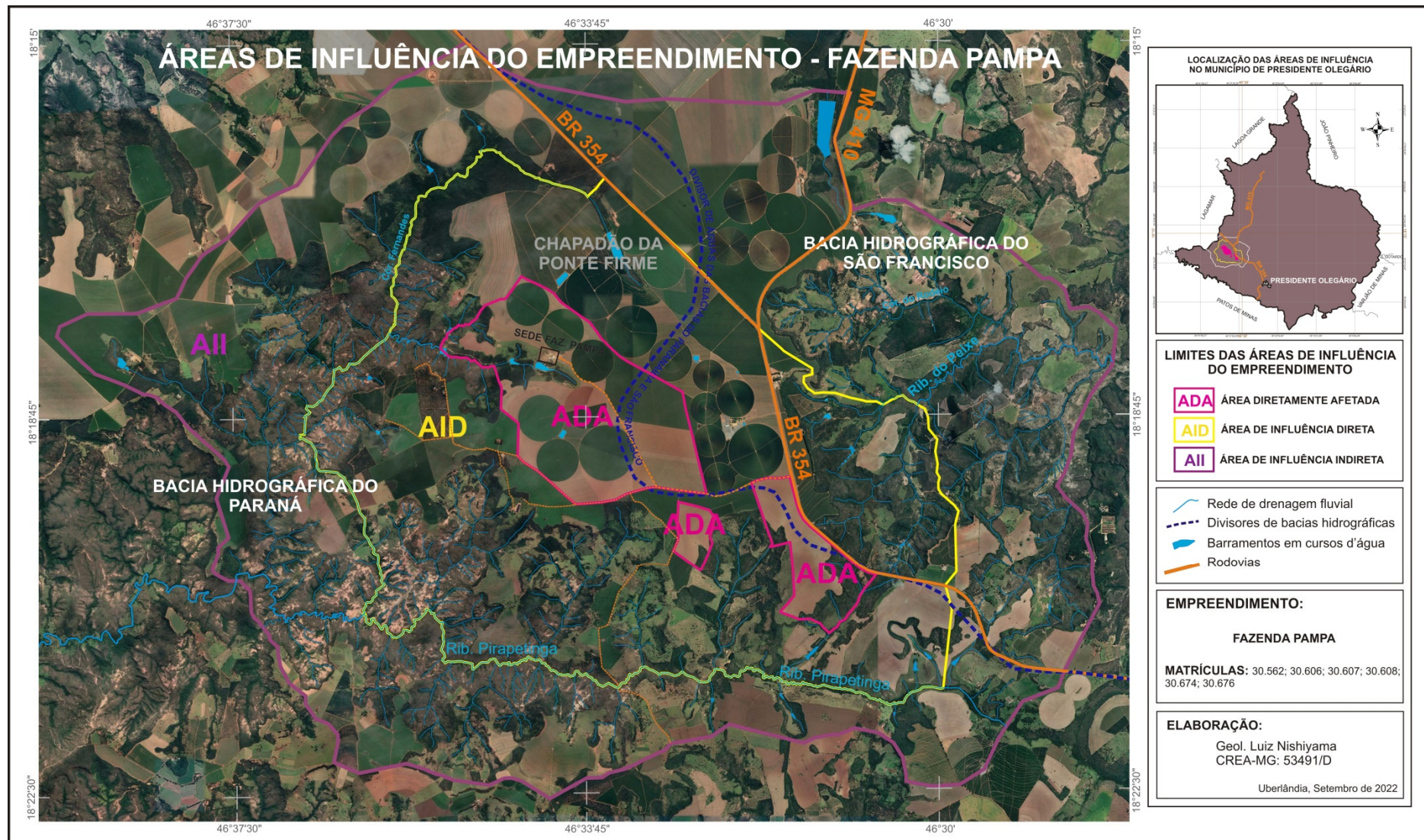
Uma vez identificados os impactos ambientais gerados pelo empreendimento em sua fase de operação mediante a elaboração de uma Matriz de Impacto, a extensão geográfica necessária ao seu amortecimento, a sua magnitude e o seu alcance foi possível definir os limites da AID.

Desse modo, o limite da AID do Meio Físico do empreendimento foi definido por um polígono delimitado pelos talwegues do ribeirão Pirapetinga e córrego Fernandes, e pela rodovia BR-354, com a sua área totalizando 8.299 hectares (82,9 km²)

1.2.3 - Área de Influência Indireta (AII) – Foi definida como Área de Influência Indireta (AII) para o Meio Físico um território que ainda sofre a influência do empreendimento, porém, os impactos e seus efeitos foram considerados de menor significância que nas outras duas categorias (AID e ADA). O objetivo de realizar tal delimitação foi o de avaliar a influência do empreendimento no contexto regional. Desse modo, a AII do empreendimento **FAZENDA POMBO** foi delimitada por um polígono que abrange parte da bacia hidrográfica dos ribeirões Pirapetinga (ao sul) e do Peixe (a leste), córrego Fernandes (a oeste) e parte do chapadão da Ponte Firme (ao norte), totalizando a área de aproximadamente 18.749 hectares (187,5 km²).

As Áreas de Influência do empreendimento (ADA, AID e AII) encontram-se delimitadas na Figura 1.2.3-1, a seguir:

Figura 1.2.3-1 - Limites das áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa.



Para a delimitação da AID e AII do empreendimento foram consideradas, respectivamente, parte das bacias dos ribeirões Pirapetinga e do Peixe, sendo o primeiro afluente da margem direita do rio Paranaíba e o segundo afluente do rio da Prata (afluente da margem direita do rio Paracatu), levando-se em consideração as seguintes premissas:

o empreendimento está localizado em porções de vale dos referidos ribeirões e de transição entre este e a superfície do Chapadão da Ponte Firme;

- a. é drenado pelos afluentes dos rios Paranaíba e da Prata, os ribeirões Pirapetinga e do Peixe;
- b. desse modo, a extensão dos impactos diretos e indiretos decorrentes das atividades do empreendimento não devem ultrapassar os limites das bacias dos referidos ribeirões;
- c. sabe-se, também, que os impactos causados pelo empreendimento sobre o Meio Físico são gradualmente atenuados com a distância até atingir a condição de baixa significância e/ou indireta;
- d. quando pertinentes, as bacias hidrográficas devem ser consideradas como unidades de análises essenciais para a definição das magnitudes dos impactos, ao diagnóstico, ao prognóstico e à mitigação de impactos ambientais.

2 – ASPECTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS PARA O DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO

2.1 - Considerações gerais

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

2.2 – Etapas do diagnóstico do Meio Físico

Os estudos realizados para o diagnóstico do meio físico nas áreas de influência do empreendimento **FAZENDA PAMPA** consistiram, preliminarmente, nos levantamentos via sensoriamento remoto (interpretação de imagens de satélite e de fotografias aéreas pré-existent) com o objetivo de identificar as características locais relacionadas à geologia,

geotecnia, geomorfologia, hidrografia, hidrogeologia e os fatores predisponentes naturais e antropogênicos para o desenvolvimento de impactos ambientais.

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

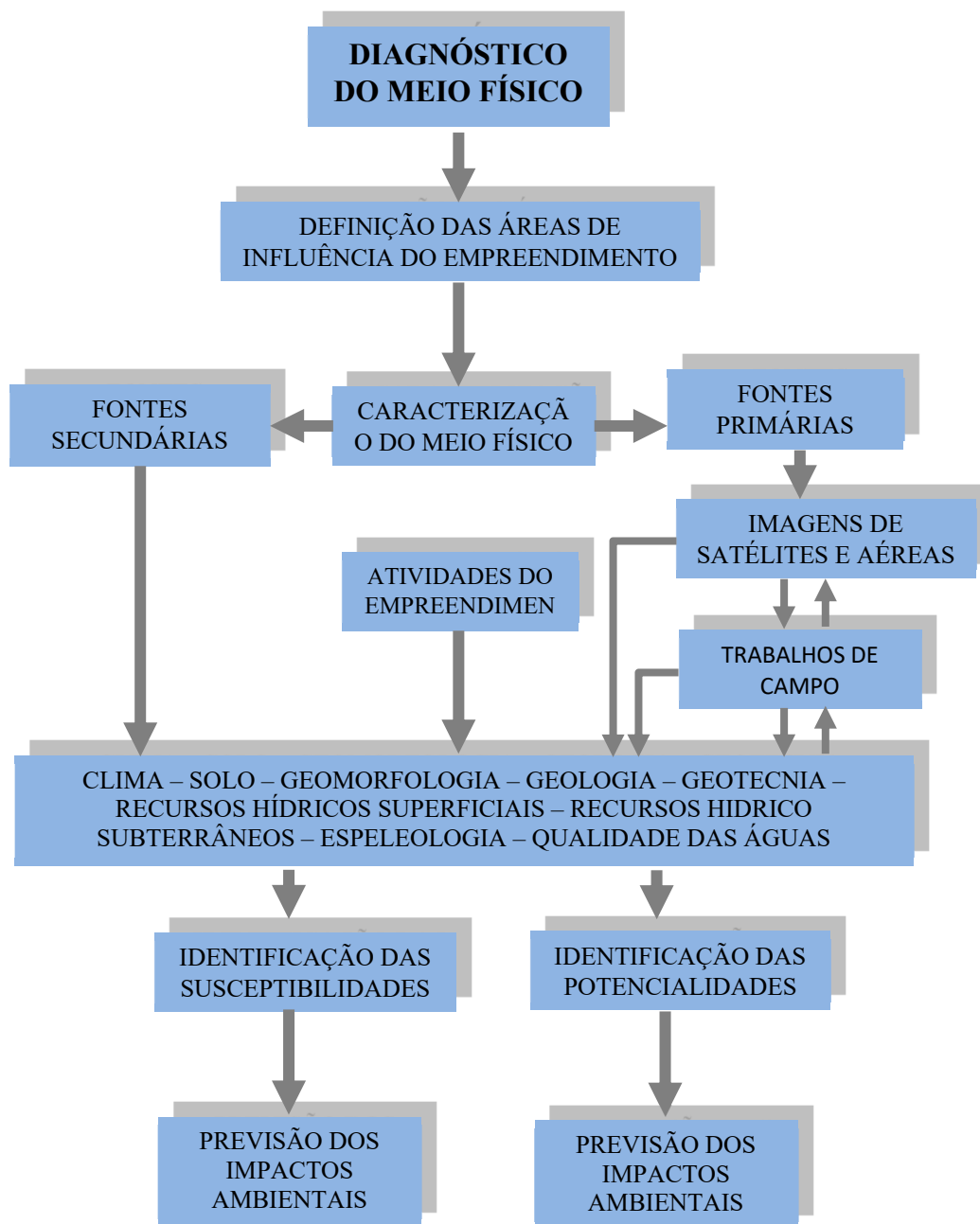
De posse do conjunto de informações do Meio Físico obtido nas etapas anteriores, deu-se o início à análise integrada dessas informações. Nesta etapa buscaram-se diagnosticar as fragilidades e potencialidades interpretadas em termos de impactos negativos e positivos sobre os componentes do Meio Físico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

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

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

A Figura 2.2-1, a seguir, apresenta o fluxograma das etapas envolvidas na realização do presente diagnóstico.

Figura 2.2-1 – Fluxograma das etapas do diagnóstico do Meio Físico – Fazenda Pampa.



3 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E METEOROLÓGICA

3.1 - Metodologia

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

Utilizou-se a série histórica de pluviometria referente ao período de 01/1989 a 01/2021 da Estação Pluviométrica 1846016 – Ponte Firme, localizada no município de Presidente Olegário, sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pela CPRM em <https://www.snirh.gov.br/hidroweb>

Para a obtenção dos demais parâmetros climáticos – temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, nebulosidade e insolação – foram utilizados dados do período 2008 a 2022 (até mês de agosto) da Estação Meteorológica Automática cod. A553 – João Pinheiro, do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, localizada nas coordenadas geográficas 17°47'4,92"S e 46°07'9,12"W, disponibilizados pelo BDMEP em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> (acessado em 07/2022).

3.2 - Normal climatológica

A dinâmica climática do município de Presidente Olegário e, por extensão, as áreas de influência da **Fazenda Pampa**, propriedade de Guilherme Piva, 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). Gonçalves (2015) afirma que outros sistemas de circulação atmosférica secundária influenciam no clima da região, que são: Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Linhas de Instabilidade Tropicais, Frentes Frias e Jatos de Alto Nível e Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul (CCM).

Segundo classificação internacional de Köppen, as áreas de influência do empreendimento encontram-se sob o clima do tipo Aw, caracterizado como clima Tropical marcado pela sazonalidade em dois períodos: verão quente chuvoso e inverno brando e seco.

As normais climatológicas anuais são apresentadas na Tabela 01, inerente à Estação Meteorológica Automática do INMEP – Código OMM 83531 – Patos de Minas (18°59'48,06"S e 46°59'9,36"O).

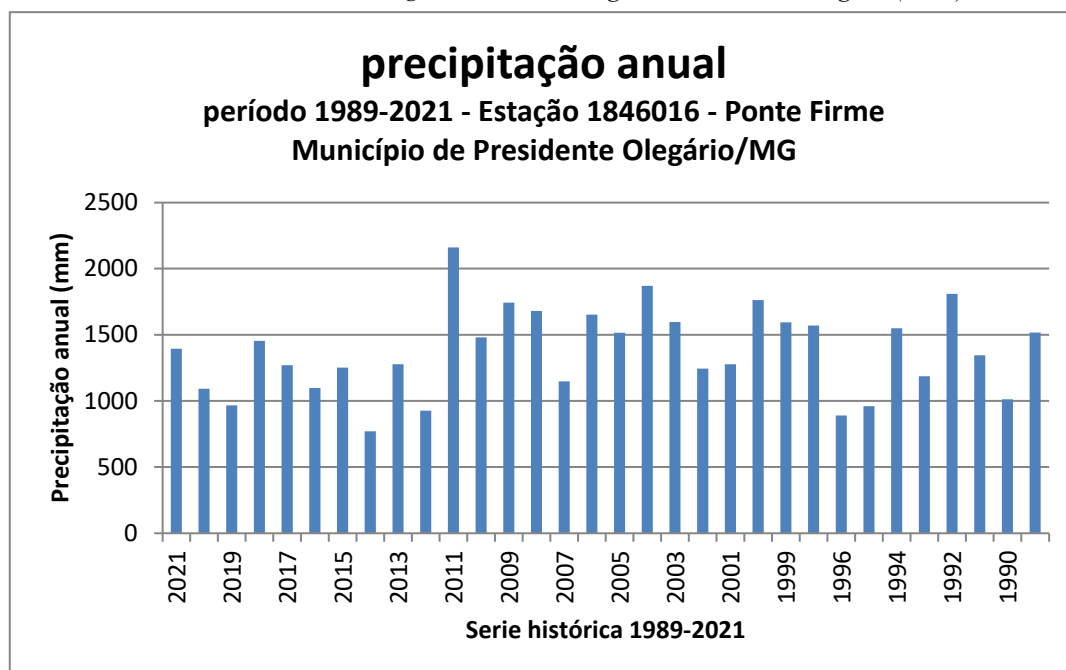
Tabela 3.2-1 – Normais climatológicas anuais – Estação Meteorológica 83531 – Patos de Minas. Fonte: BDMEP- INMET 2019.

Estação	Patos de Minas
Código OMM	83531 (A562)
Registro	11 UTC
Temperatura Média Anual	21,6 °C
Temperatura Máxima Anual	28,4°C
Temperatura Mínima Anual	16,6 °C
Temperatura Máxima Absoluta	37,9 °C
Temperatura Mínima Absoluta	5,3 °C
Umidade	67,9%
Pressão	917,8 hPa
Nebulosidade	0,5
Insolação anual	2.466,7
Precipitação média anual	1.662,2 mm
Vento Direção	E-NE
Vento Velocidade	1.6 m s ⁻¹
Latitude	18°31'14,4" S
Longitude	46°26'26,2"W
Altitude	950metros

3.3 - Índice pluviométrico

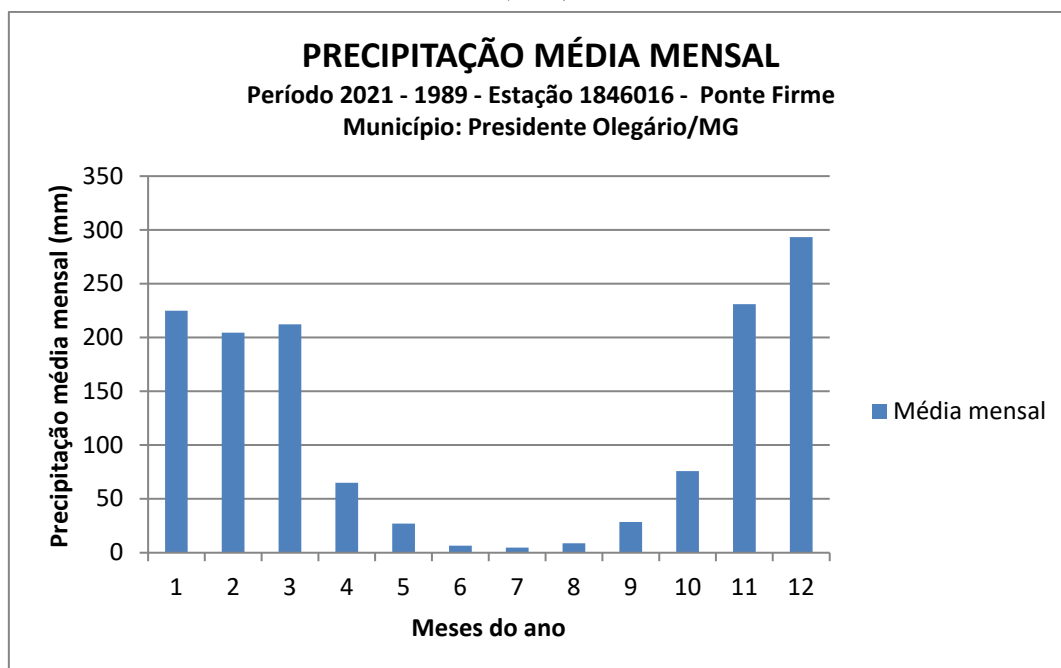
A precipitação média anual para o período compreendido entre 1989 e 2021 foi de 1.376,80 mm. As maiores precipitações anuais foram registradas em 2011 (2.160,1 mm) e 2004 (1.869,5 mm). As menores alturas pluviométricas anuais correspondem aos anos 2014 (770,2 mm) e 1996 (889,8 mm), conforme os valores mostrados na Figura 3.3-1.

Figura 3.3-1 – Precipitações totais anuais (mm) referentes ao período 1989 - 2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).



A Figura 3.3-2, referente às precipitações médias mensais obtidas da série histórica 1989 - 2021 registradas na Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme mostra variações acentuadas na distribuição das chuvas ao longo do ano. Os meses de maio a setembro caracterizam-se como o período de menor pluviosidade, com altura pluviométrica média de 14,27 mm. O período compreendido entre outubro e abril apresenta a maior altura de precipitação, com a média de 1.126,57 mm ou 93,73% das precipitações médias mensais no período considerado.

Figura 3.3-2 – Precipitações médias mensais (mm) referentes ao período 1989 - 2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2018).



A Tabela 3.3-1 mostra os valores mensais de precipitação média, mínima e máxima. O mês com maior índice pluviométrico foi registrado em dezembro (614,0 mm), valor 209,3% acima da média histórica para o mês.

Tabela 3.3-1 – Precipitações mensais média, mínima e máxima (mm) referentes ao período 1989-2021. Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).

Precipitação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	224,9	204,4	212,2	64,9	27,0	6,5	4,7	8,7	28,5	75,8	231,0	293,3
Mínima	20,0	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	47,3	70,5
Máxima	460,7	531,3	602,9	163,7	81,0	46,2	65,3	67,1	101,5	224,1	431,2	614,4

Fonte: Agência Nacional de Águas (2018).

A Tabela 3.3-2 mostra os valores de precipitação máxima registrados em 24h para o período de 1989 a 2021. A máxima precipitação registrada em 24h para o período analisado ocorreu no mês de dezembro de 1993, com 155,1 mm.

Tabela 3.3-2 – Precipitações máximas em 24 horas (mm) referentes ao período 1989-2021 Estação pluviométrica 1846016 – Ponte Firme – Presidente Olegário/MG. Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).

Precipitação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima 24h	118,3	147,2	151,0	81,1	41,8	46,2	28,0	21,3	50,9	70,7	101,0	155,1
Ano	2011	2021	2011	1998	2019	1993	1989	2009	2002	2011	2018	1993

Fonte: Agência Nacional de Águas (2022).

3.4 - Temperatura

A Tabela 3.4-1 e a Figura 3.4-1 mostram os valores mensais de temperatura média, mínima e máxima obtidas da série histórica da Estação meteorológica 83531 Patos de Minas – Patos de Minas -MG considerando a série histórica de 20 anos, compreendido entre 1998 e 2018. As temperaturas médias anuais referentes às temperaturas mínima, média e máxima foram 16,6°C, 21,6°C e 28,4°C, respectivamente.

O trimestre maio a julho corresponde aos meses com menores valores das temperaturas média e mínima registrados na referida estação meteorológica. Os meses de setembro e outubro e fevereiro apresentam as maiores médias máximas, com maior valor encontrado no mês de outubro (30,4°C). O maior valor de temperatura média para o período avaliado é registrado no mês de outubro (23,4°C). A menor média mínima para o período ocorre no mês de junho (13,1°C) e A temperatura média oscila entre 18,8°C em junho e 23,4°C em outubro.

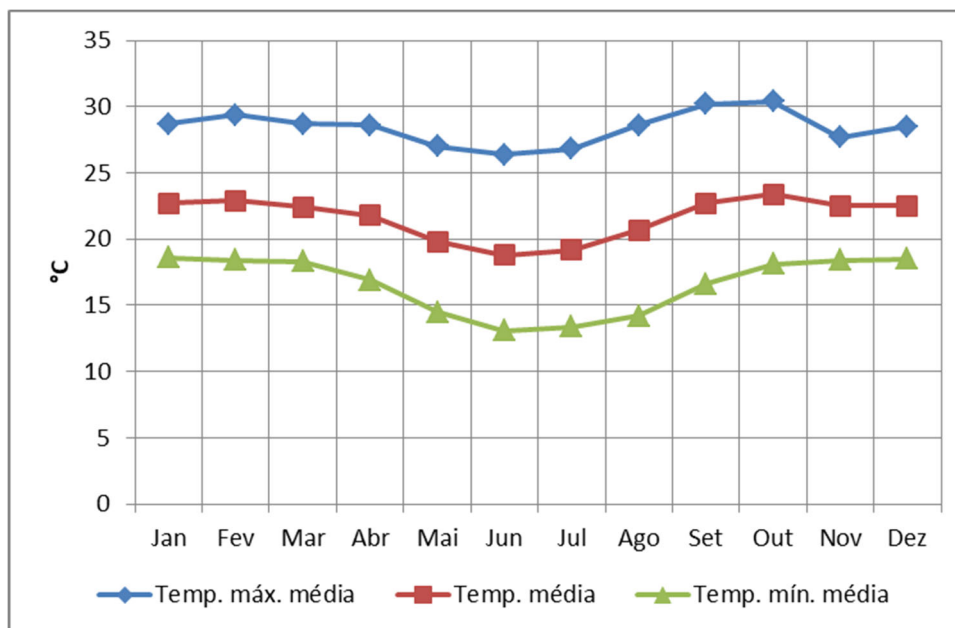
Tabela 3.4-1 – Temperaturas média, mínima média e máxima média (°C) referentes ao período 1988-2018. Estação meteorológica 83531 Patos de Minas – Patos de Minas -MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.

Temperatura (°C)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mínima	18,6	18,4	18,3	16,9	14,5	13,1	13,4	14,2	16,6	18,1	18,4	18,5
Média	22,7	22,9	22,4	21,8	19,8	18,8	19,2	20,7	22,7	23,4	22,5	22,5
Máxima	28,7	29,4	28,7	28,6	27,0	26,4	26,8	28,6	30,2	30,4	27,7	28,5

Fonte:INMET 2019.

A partir dos dados referentes ao período 1998 a 2018 pode-se concluir que os meses mais quentes do ano são fevereiro, setembro e outubro, enquanto que, junho e julho representam os meses mais frios.

Figura 3.4-1 – Temperaturas média mensal, mínima média mensal e máxima média mensal (°C) referentes ao período 1988-2018. Estação meteorológica 83531 Patos de Minas – Patos de Minas - MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.



3.5 - Umidade Relativa Do Ar

A umidade relativa média mensal do ar no período compreendido entre 1998 e 2018 apresentou variação de 51,0 a 79,0% (Tabela 3.5-1 e Figura 3.5-1). Nos meses compreendidos entre julho e outubro os valores médios mensais apresentaram-se inferiores a 60,0%, portanto, inferior ao limite mínimo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para a saúde e o bem estar de seres humanos. Dezembro e março apresentam maiores valores mensais médios de umidade relativa do ar (79,0%). A Figura 3.5-2 mostra que a umidade relativa do ar média anual variou de 62,0% em 2007 a 73,0% no ano de 1988.

Tabela 3.5-1 – Umidade relativa do ar média mensal (%) no período 1998-2018.

Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1998-2018	78	75	79	74	69	66	59	51	51	59	75	79

Fonte: Fonte INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.

Figura 3.5-1 – Umidade relativa do ar mensal média no período 1998-2018. Estação meteorológica INMET 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET 2019.

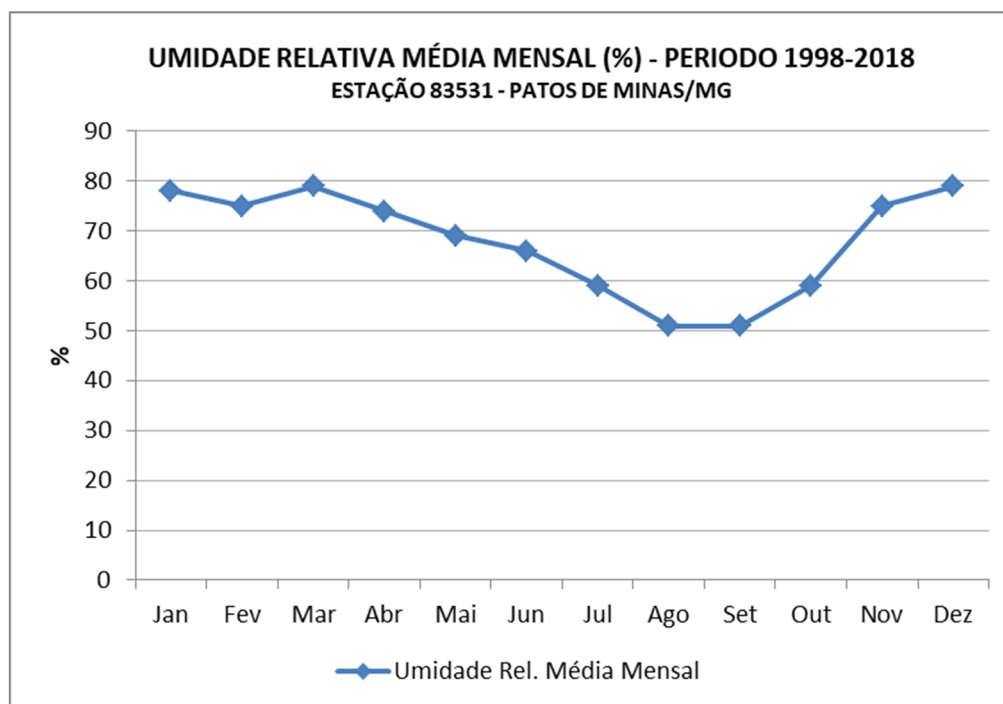
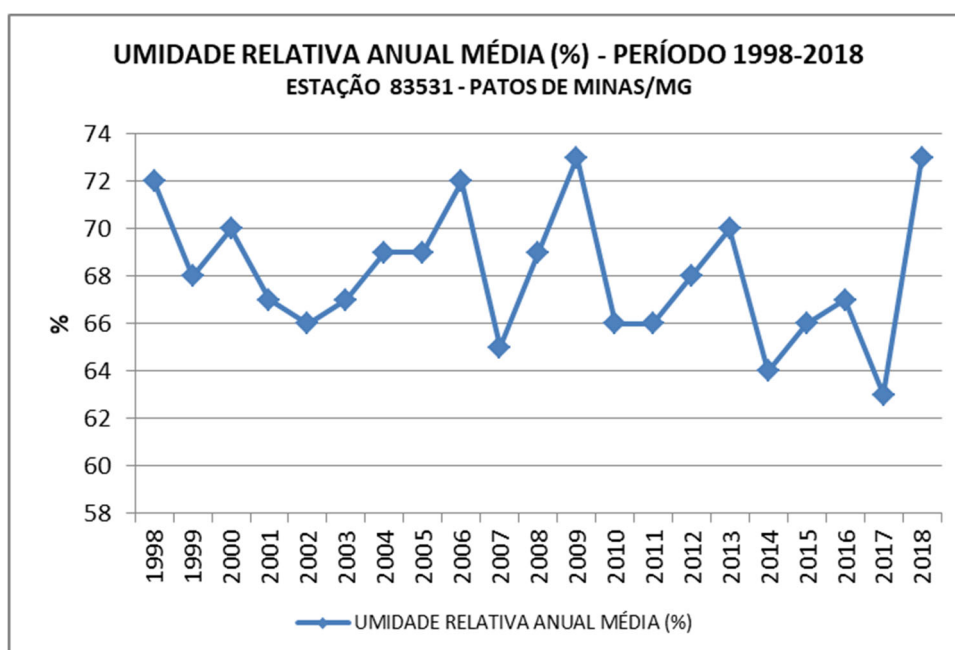


Figura 3.5-2 – Umidade relativa do ar média anual correspondente ao período compreendido entre 1998-2018. Estação meteorológica 83531 INMET – Patos de Minas/MG. Fonte: INMET, 2018.



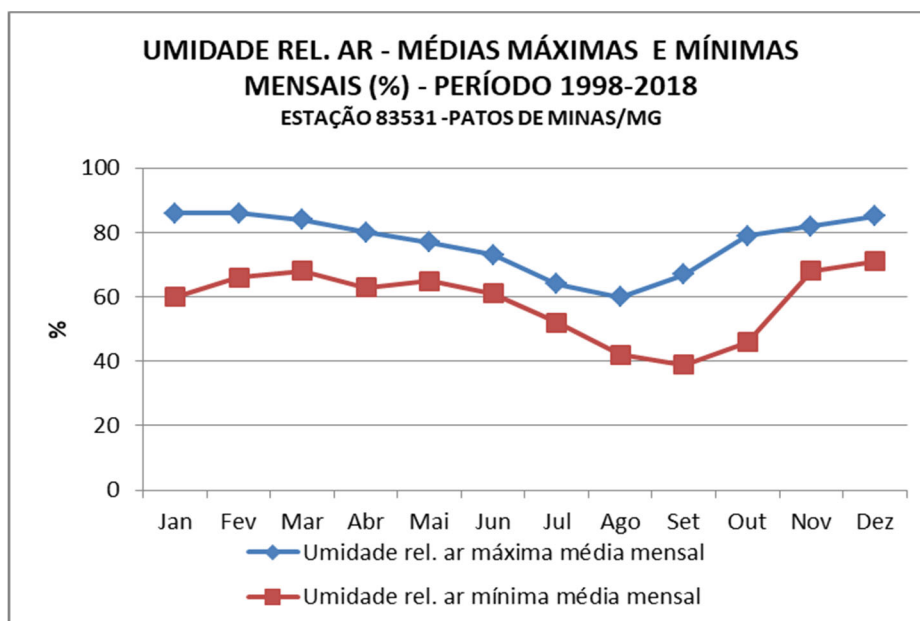
A Tabela 3.5-2 apresenta amplitude mensal da umidade relativa do ar - médias máximas (amarelo) e mínimas (vermelho) no período 1998-2018 (INMET, 2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG).

Tabela 3.5-2 – Amplitude mensal da umidade relativa do ar - médias máximas (amarelo) e mínimas (vermelho) no período 1998-2018. Fonte: Fonte INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.

Ano	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Mês																					
Jan	84	77	82	75	78	86	83	83	69	86	78	80	74	76	82	80	68	60	85	72	72
Fev	82	74	82	66	84	68	86	74	76	83	78	78	69	66	72	71	65	76	74	75	77
Mar	78	82	84	76	75	82	79	83	84	68	81	78	78	83	75	83	77	83	75	71	74
Abr	76	72	-	65	67	74	78	69	80	74	78	79	70	74	75	77	79	79	63	69	75
Mai	75	65	67	66	70	67	75	68	70	66	71	73	68	65	74	70	69	77	67	71	66
Jun	70	63	61	61	62	62	68	69	68	61	67	73	63	64	71	73	63	71	64	64	-
Jul	60	62	63	57	60	55	64	62	62	57	54	63	56	56	60	60	62	63	50	52	-
Ago	60	48	54	55	50	54	48	51	56	45	51	59	42	45	51	50	48	51	-	45	-
Set	50	53	67	61	55	52	39	58	59	42	52	64	44	39	48	56	43	49	49	43	-
Out	71	63	55	68	45	52	60	46	79	50	54	76	67	72	52	67	49	46	60	52	-
Nov	79	76	79	78	68	73	66	81	82	69	76	73	80	72	79	74	72	67	79	78	-
Dez	82	80	80	77	76	73	82	83	85	74	83	82	77	85	71	81	75	73	75	-	-

A Figura 3.5-3 apresenta a amplitude da umidade relativa do ar entre as médias máximas e mínimas mensais no período analisado mostra menor variação nos meses de maio, junho e julho (12%) e novembro e dezembro (14%). Outubro foi o mês que registrou maior amplitude (33%).

Figura 3.5-3 – Amplitude da umidade relativa do ar entre as médias máximas e mínimas mensais corresponde ao período 1998 – 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.



3.6 - Direção e Intensidade do Vento

Dados da Estação 83531 – Patos de Minas compreendidos no período 1998 - 2018 mostram que a direção predominante do vento é Leste. A Tabela 3.6-1 mostra as direções predominantes do vento por estação do ano. No Outono e Primavera a direção predominante é Leste, no Verão predomina ventos de Nordeste enquanto que, no inverno, o predomina o vento Leste.

Tabela 3.6-1 – Direção predominante do vento por estação do ano obtida no período 1998 – 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.

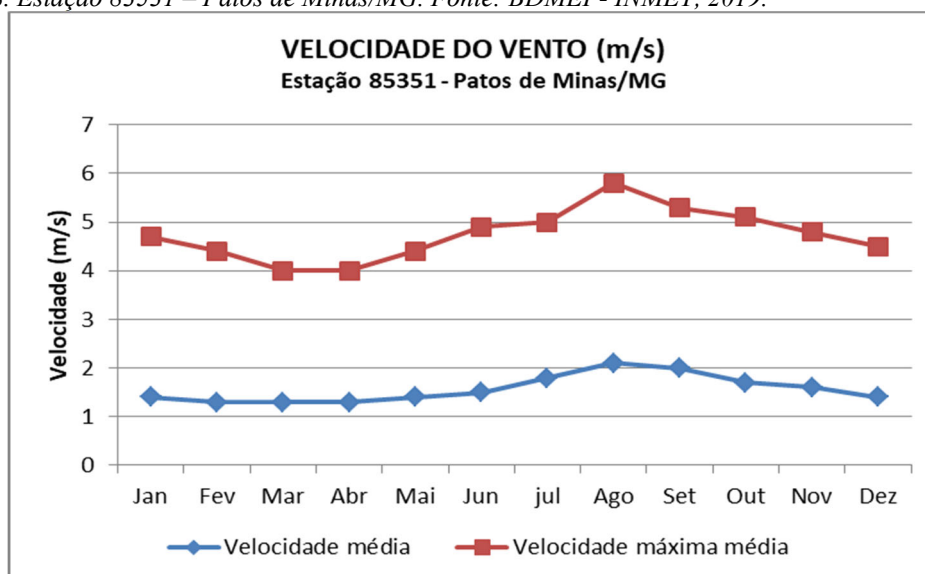
Meses	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Direção		NE			E			E			NE	
Estação		Verão			Outono			Inverno			Primavera	

A Tabela 3.6-2 e a Figura 3.6-1 mostram a intensidade máxima média mensal e média mensal de vento referente ao período 1998-2018 registrados diariamente em três horários (9h, 15h e 21h). A intensidade do vento é maior no inverno e na primavera. As maiores médias mensais são observadas em agosto (2,10 m.s⁻¹) e setembro (2,00 m.s⁻¹), enquanto que as menores médias mensais referem-se aos meses de fevereiro, março e abril, (1,30 m.s⁻¹). Os maiores valores médios são registrados no horário matutino e correspondem aos meses de agosto (5,80 m.s⁻¹) e setembro (5,30 m.s⁻¹).

Tabela 3.6-2 – Intensidade do vento (m.s⁻¹) – média mensal e máxima média mensal referente ao período 1998 a 2018. Fonte: Fonte BDMEP- INMET (2019) - Estação 83531 – Patos de Minas/MG.

Horários	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Máxima Média mensal	4,7	4,4	4,0	4,0	4,4	4,9	5,0	5,8	5,3	5,1	4,8	4,5
Média	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,8	2,1	2,0	1,7	1,6	1,4

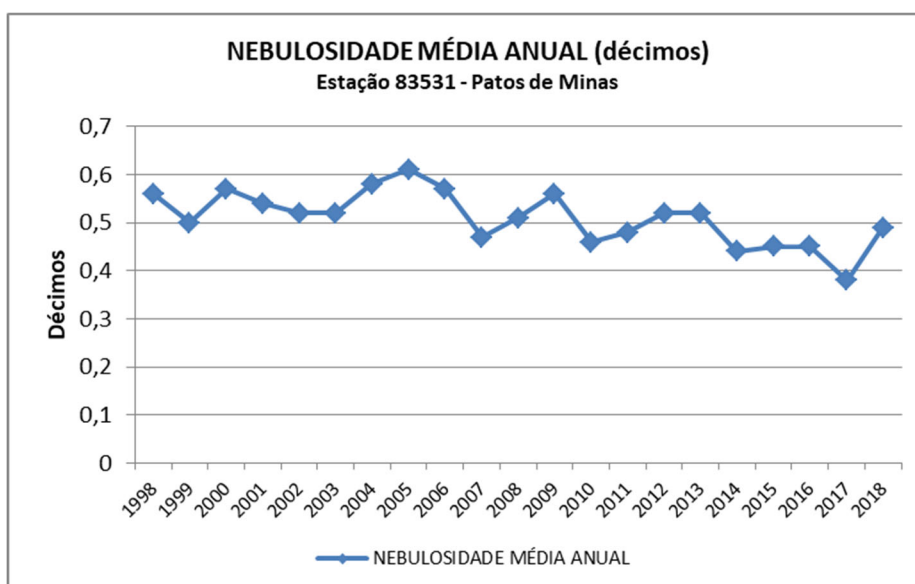
Figura 3.6-1 – Intensidade do vento ($m.s^{-1}$) média mensal e máxima média mensal referente ao período 1998-2018. Estação 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.



3.7 - Nebulosidade

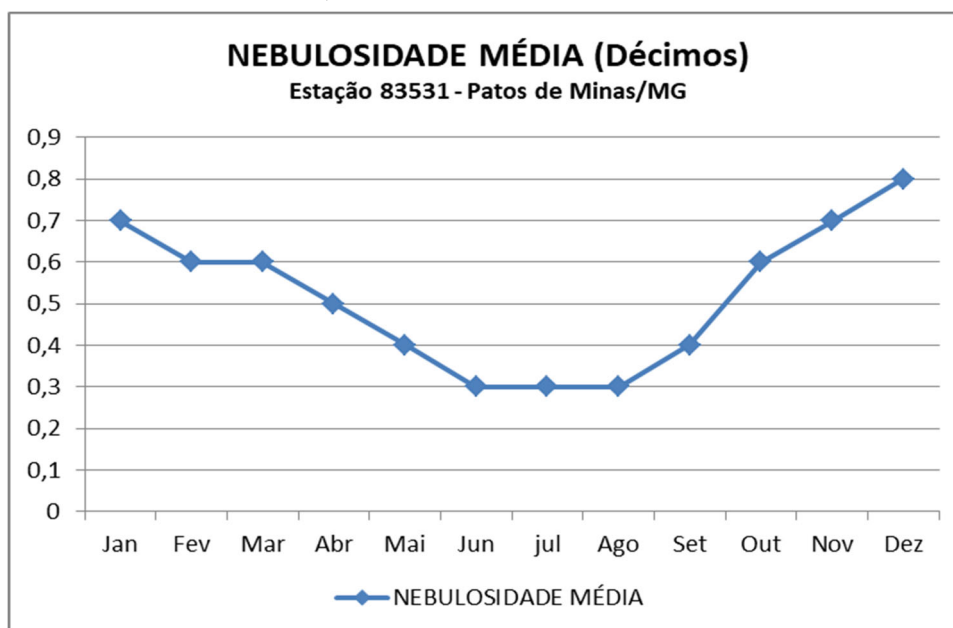
A nebulosidade média anual obtida a partir de dados da Estação 83531 – Patos de Minas referente ao período 1998 - 2018 é 5/10 (cinco décimos) com maior média anual registrada de 6/10 em 2005 e a menor de 4/10, registrado no ano de 2017 (Figura 3.7-1).

Figura 3.7-1 – Nebulosidade média anual em décimos (1998-2018). Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.



A Figura 3.7-2 mostra que os menores índices de cobertura do céu por nuvens e nevoeiro são verificados no inverno com média de 3 décimos, com destaque para o mês de agosto. Os meses de novembro, dezembro e janeiro apresentam a maior média mensal, com 7/10 e o maior índice de nebulosidade é registrado no mês de dezembro, com 8/10.

Figura 3.7-2 – Nebulosidade média mensal em décimos (1998-2018). Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.



3.8 - Insolação

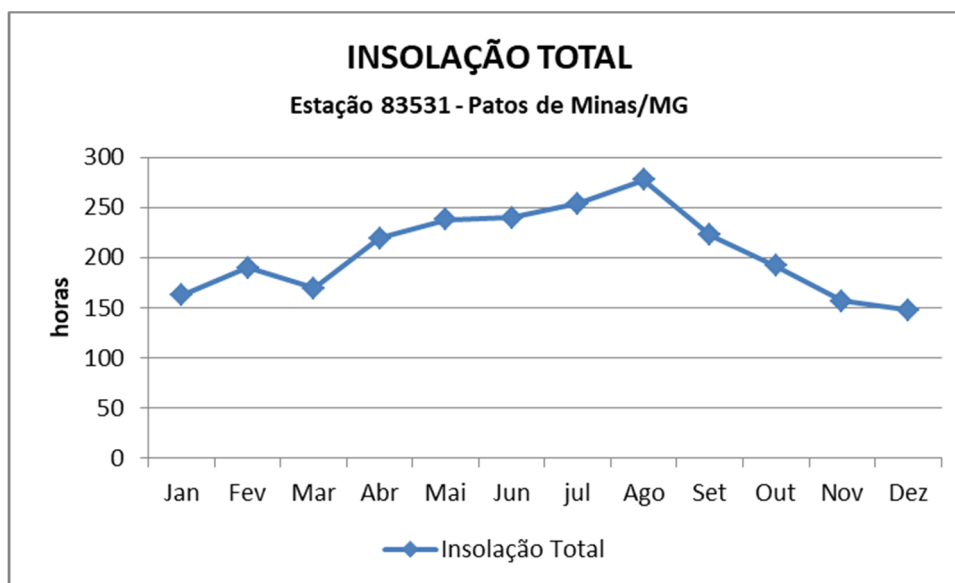
A Tabela 3.8-1 e a Figura 3.8-1 mostram os valores totais mensais médios de insolação. O maior índice mensal médio de horas de insolação referente ao período de 1998-2018 ocorre no mês de agosto com 277,1 horas. A menor média mensal registrada refere-se ao mês de dezembro (147,4 horas).

Tabela 3.8-1 – Insolação total média, mínima e máxima (1998-2018), em horas. Estação meteorológica 83531 – Patos de Minas/MG.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	162,4	189,8	169,3	219,3	237,3	239,8	253,7	277,1	222,3	191,5	156,5	147,4

Fonte: BDMEP- INMET, 2019.

Figura 3.8-1 – Curva de insolação total mensal no período 1998-2018 obtida a partir de dados da Estação meteorológica 83531 - Patos de Minas/MG. Fonte: BDMEP- INMET, 2019.



3.9 - Bibliografias

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba. ANA, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb). Acesso em maio de 2019. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br>>

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 10 .ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

BARBIERI, P.R.B. Caracterização da estação chuvosa nas regiões Sul e Sudeste do Brasil associado com a circulação atmosférica. 116f, DISSERTAÇÃO (mestrado em meteorologia), INPE, São José dos Campos – SP, 2007.

CARVALHO, L.M.V.; JONES,C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In Tempo e Clima no Brasil. Cavalcante, I.F.A.; Ferreira N.J.; Silva, M.G.A.J.; Silva Dias, M.A.F. (orgs)São Paulo. Oficina de Textos, 2009, p.95 – 109.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) acessado em 05/2019. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>

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

NOVAIS, G. T. Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG). Dissertação de Mestrado -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011, p. 175. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/1195>>. Acesso em: 05/2019.

ROLDÃO, A. de F. ; ASSUNÇÃO, W. L. Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no Triângulo Mineiro - MG. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.428 – 440, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(CARACTERIZAÇÃO%20E%20DURAÇÃO%20DAS%20ESTAÇÕES%20SECA%20E%20CHUVOSA%20NO%20TRIÂNGULO%20MINEIRO%20final\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(CARACTERIZAÇÃO%20E%20DURAÇÃO%20DAS%20ESTAÇÕES%20SECA%20E%20CHUVOSA%20NO%20TRIÂNGULO%20MINEIRO%20final).pdf)>. Acesso em: 05/2015.

4 - SOLOS

A caracterização dos solos da AID e ADA da Fazenda Pampa foi realizada com base em dados secundários, tais como: trabalhos acadêmicos (dissertações de mestrado, teses de doutorado, monografias, artigos em periódicos e anais de eventos científicos), Manual do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCS (EMBRAPA, 2013), mapas de solo do estado de Minas Gerais produzidos pela UFV/CETEC/UFLA/FEAM (2010) e pelo Projeto RADAM BRASIL (1983) (Levantamento de Recursos Naturais). Informações primárias foram obtidas por meio de levantamentos da cobertura pedológica em trabalhos de campo durante a elaboração do presente diagnóstico do meio físico.

A maior parte das áreas de influência do empreendimento se encontra no domínio dos Latossolos (Vermelho e Vermelho-Amarelo) e Neossolos Litólicos. A ordem dos Latossolos se diferencia das demais ordens por ostentar horizontes profundos, bem drenados e coloração relativamente homogênea com matizes avermelhada e/ou amareladas. A ADA do empreendimento acha-se representada predominantemente por Latossolo Vermelho distrófico e, secundariamente, pelo Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Litólico Distrófico e Plintossolo Pétrico distrófico, conforme a nomenclatura obtida na classificação do SiBCS (EMBRAPA, 2013).

4.1 - Latossolos

Os Latossolos são tipos pedológicos que exibem avançado estágio de intemperização, condição esta 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 metro. Denotam como aspecto peculiar a pouca diferenciação entre os 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. Normalmente se apresentam friáveis, porosos, com 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 do que ocorre no chapadão da Ponte Firme, onde se insere a AID e ADA do empreendimento, evoluídos do intemperismo de coberturas detrítico-lateríticas. Minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, bem como a fração silte, ocorrem 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 dos locais onde ocorrem, favorecem a mecanização agrícola e utilização para os mais diversos tratos agrícolas adaptados 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).

4.1.1 - Latossolos Vermelho

Segundo a EMBRAPA – AGEITEC disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> (acessado em 18/06/2022), 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.

Especificamente na AID do empreendimento o Latossolo Vermelho presente é do tipo distrófico (3º nível categórico do SiBCS). Quanto às características e as 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.

As seguintes variações de Latossolos Vermelhos distróficos ocorrem na AID e ADA do empreendimento segundo o Mapa de Solo do Estado de Minas Gerais (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010).

LVd2 – Latossolo Vermelho distrófico típico A moderado textura argilosa; fase cerrado; relevo plano e suave ondulado (Figuras 4.1.1-1, 4.1.1-2, 4.1.1-3, 4.1.1-4 e 4.1.1-5).

Figura 4.1.1-1 – Característica do relevo onde ocorre o Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.



Figura 4.1.1-2 – Vista do relevo onde ocorre o Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.



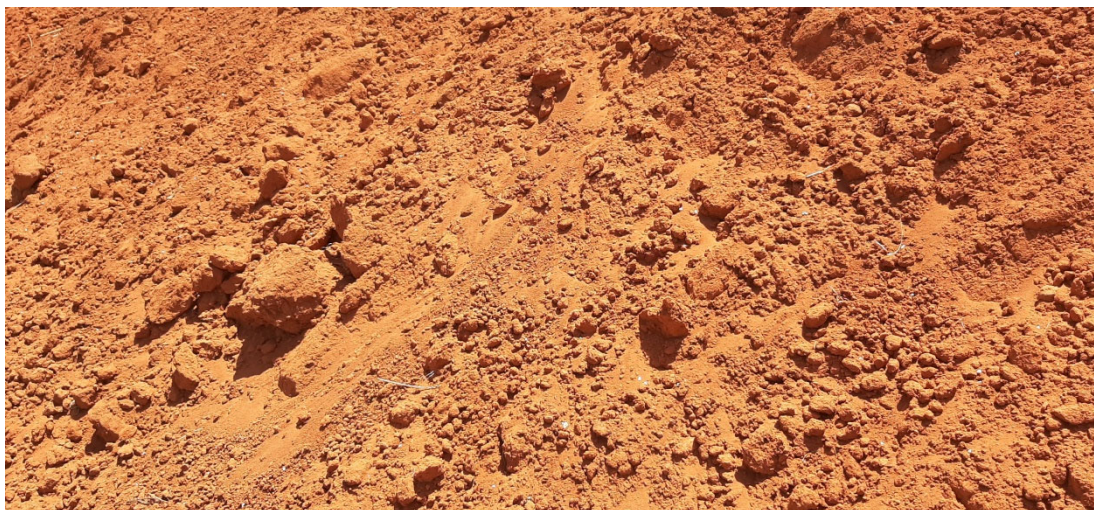
Figura 4.1.1-3 – Parte de um perfil no Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.



Figura 4.1.1-4 – Aspecto do perfil de um Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.



Figura 4.1.1-5 – Latossolo Vermelho distrófico na ADA do empreendimento – Chapadão da Ponte Firme.



4.1.2 - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico

Os solos desta ordem estão presentes na AID e ADA do empreendimento, quase sempre associados aos Latossolos Vermelho distróficos típicos. Porém, nos limites da AII, podem ser delimitados em áreas extensas, geralmente tendo como material de origem os arenitos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).

Os tipos distróficos (3º nível categórico) caracterizam-se como 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).

A seguinte variação de Latossolo Vermelho-Amarelo foi observada nos levantamentos de campo, tanto na AID quanto na ADA do empreendimento, conforme a Legenda Expandida do Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010):

LVAd12 – LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A fraco/moderado textura média + NEOSSOLO QUARTZARENICO ORTICO típico A fraco/moderado; ambos fase caatinga hipoxerófila, relevo plano e suave ondulado.

4.2 - Neossolos Litólicos

Segundo EMBRAPA – AGEITEC (2019), os Neossolos se caracterizam por solos rasos, em geral a soma dos horizontes sobre a rocha não ultrapassa 50 cm, estando associados normalmente a relevos mais declivosos. As limitações ao uso estão relacionadas a pouca profundidade, presença da rocha e a declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Tais fatores limitam o crescimento radicular, o uso de máquinas agrícolas e elevam o risco de erosão. Sua fertilidade está condicionada à soma de bases e à presença de alumínio, sendo maior nos eutróficos e mais limitada nos distróficos e álicos. Os teores de fósforo são baixos em condições naturais.

Na ADA e AID do empreendimento os Neossolos Litólicos presentes podem ser classificados quanto ao terceiro nível categórico do SiBCS como distrófico. No quarto nível categórico do SiBCS podem, em parte, ser enquadrados como típicos, porém,

ocorrem porções com fragmentos de rocha, classificados como fragmentários, isto é, apresentam restrição à penetração das raízes.

As seguintes variações de Neossolos Litólicos foram identificadas na AID e ADA do empreendimento (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010):

RLd1 – NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico A fraco/moderado; fase campo cerrado, relevo ondulado e escarpado.

RLd10 - NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico típico, A moderado, textura média, fase campo rupestre, relevo montanhoso (50 %) + CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, textura média, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (30 %) + AFLORAMENTO DE ROCHA (20 %).

RQo4 - NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico típico A fraco/moderado + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico A moderado textura média, cascalhenta/não cascalhenta + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado textura média; todos fase caatinga hipoxerófila, relevo suave ondulado e ondulado.

Figura 4.2-1 – Área com associação de Neossolo Litólico distrófico + Cambissolo Háplico distrófico + Afloramento rochoso.



Figura 4.2-2 – Associação de Neossolo Litólico distrófico e Cambissolo Háplico distrófico.



Figura 4.2-3 – Neossolo quartzarênico.



Figura 4.2-4 – Neossolo quartzarênico.



4.3 - Plintossolos

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS) define a ordem dos Plintossolos como solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, todos provenientes da segregação localizada de ferro, que atua como agente de cimentação (Embrapa, 2006). São fortemente ácidos, podem apresentar saturação por bases baixa (distróficos) ou alta (eutróficos), predominando os de baixa saturação. Verificam-se também solos com propriedades solódica e sódica.

São típicos de zonas quentes e úmidas, mormente com estação seca bem definida ou que, pelo menos, apresentem um período com decréscimo acentuado das chuvas. No entanto, ocorrem também na zona equatorial perúmida e, mais esporadicamente, em zona semiárida.

Por serem formados, normalmente, sob condições de restrição à percolação da água ou sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, de maneira geral se apresentam imperfeitamente ou mal drenados. Parte dos solos desta ordem (solos com horizonte plíntico) tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e, menos frequentemente, ondulado em zonas geomórficas de baixada. Ocorrem também em terços inferiores de encostas ou áreas de surgentes, sob condicionamento quer de oscilação do lençol freático, quer de alagamento ou encharcamento periódico por efeito de restrição à percolação ou escoamento de água.

Solos com predomínio de horizonte concrecionário apresentam melhor drenagem e ocupam posições mais elevadas. Encontram-se normalmente em bordas de platôs e áreas ligeiramente dissecadas de chapadas e chapadões das regiões central e norte do Brasil, do Piauí e Maranhão.

Solos dessa natureza possuem ocorrência na AID e ADA do empreendimento ocupando uma estreita faixa na borda do Chapadão da Ponte Firme, sobretudo na frente voltada para o vale do ribeirão Pirapetinga. As seguintes variações de Plintossolos são observadas na AID e ADA:

4.3.1 - Plintossolo Litoplântico

É constituído por petroplintita contínua ou praticamente contínua (figuras 4.3.1-1 e 4.3.1-2). Este horizonte pode englobar uma seção do perfil muito fraturada, mas em que existe predomínio de blocos de petroplintita com tamanho mínimo de 20 cm, ou com poucas fendas, que são separadas umas das outras por 10 cm ou mais.

4.3.2 - Plintossolo Concrecionário

É constituído de 50% ou mais, por volume, de material grosseiro (com predomínio de petroplintita) do tipo nódulos ou concreções de ferro ou de ferro e alumínio, numa matriz terrosa de textura variada ou matriz de material mais grosseiro (Figura 4.3.2-1). É identificado como qualquer um dos seguintes horizontes: Ac, Ec, Bc ou Cc.

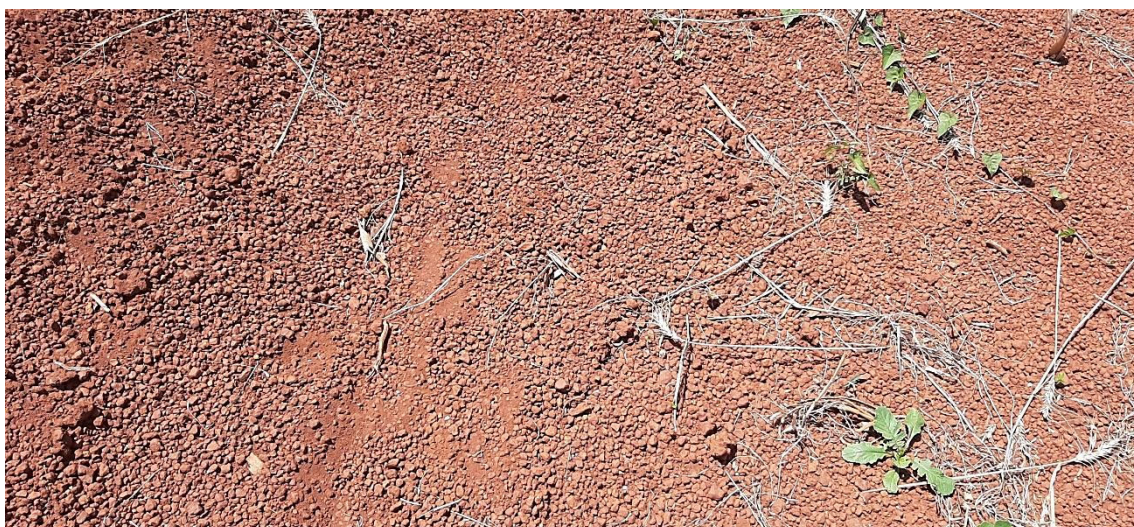
Figura 4.3.1-1 – Plintossolo Litoplântico.



Figura 4.3.1-2 – Fragmento de petroplintita em área de ocorrência do Plintossolo Litoplântico - ADA do empreendimento.



Figura 4.3.2-1 – Plintossolo concrecionário.



4.4 - Afloramento Rochoso

Ocorre de maneira restrita na AII e AID, geralmente associado às rochas siltosas da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí) e, mais raramente, às ocorrências de arenitos e rochas vulcânicas da Formação Capacete. Encontra-se associado a outras cordens de solos, principalmente os Neossolos Litólicos. As seguintes associações podem ser identificadas nas áreas de influência do empreendimento, conforme delimitadas no Mapa de Solo do Estado de Minas Gerais (UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010):

AR2 – AFLORAMENTO ROCHOSO + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO típico textura média/argilosa A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO típicos A moderado/proeminente, textura argilosa; todos fase floresta subperenifólia, relevo ondulado e montanhoso.

AR3 - AFLORAMENTO ROCHOSO + CAMBISSOLO Háplico distrófico típico e lépticos A moderado, textura siltosa/argilosa + NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típicos A fraco/moderado, todos fase floresta subperenifólia, relevo montanhoso.

As Figuras 4.4-1, 4.4-2 e 4.4-3, a seguir, apresentam algumas ilustrações de Afloramentos Rochosos associados a outras classes de solos.

Figura 4.4-1 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.



Figura 4.4-2 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.



Figura 4.4-3 – Afloramentos rochosos associados a Neossolos Litólicos distróficos em áreas de rochas siltosas da Formação Serra da Saudade.



4.5 - Gleissolos

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 à 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).

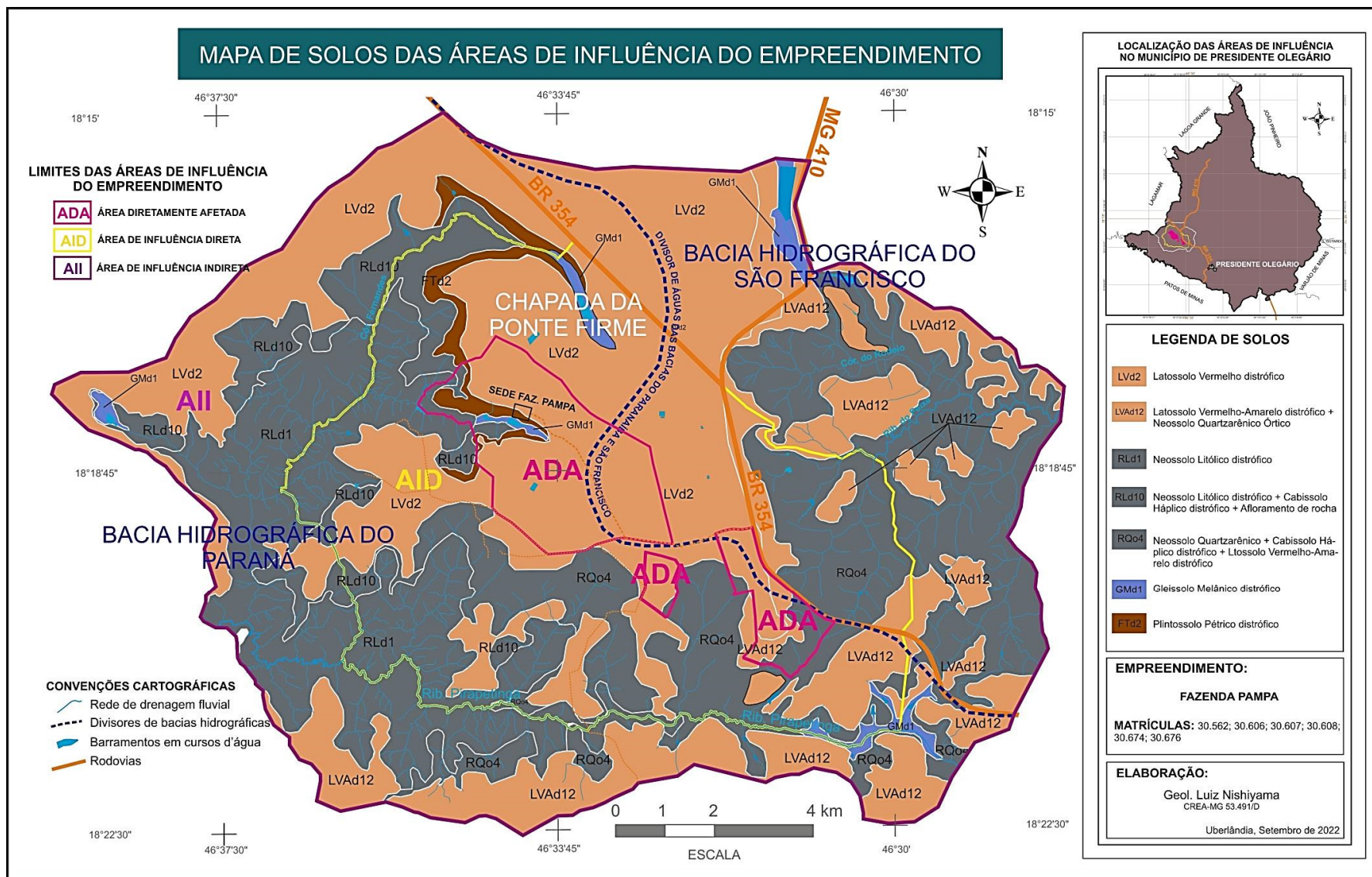
Ocorre de maneira restrita, normalmente associada a áreas úmidas das cabeceiras dos cursos d'água. A seguinte variação de Gleissolos pode ser observada nas áreas de influência do empreendimento:

GMd1- Gleissolos Melânicos distróficos típicos

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).

O Mapa da Figura 4.5-1, a seguir, apresenta a espacialização das unidades pedológicas existentes nas áreas de influência da Fazenda Pampa:

Figura 4.5-1 – Mapa de solo da ADA/AID do empreendimento Fazenda Pampa. Fonte: UFV/CETEC/UFLA/FEAM, 2010.



4.6 - Bibliografia

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA), 2010. Embrapa Monitoramento por Satélite. Acessado em: 21/10/2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3a ed. Brasília-DF, 2013.

EMBRAPA – AIGETEC disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>

(Acessado em 18/04/2019).

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

RADAM BRASIL Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro (RJ), Folha SE, 23. Belo Horizonte, v.31, 1983.

UFV – CETEC – UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 18 de junho. de 2016.

5 - GEOLOGIA

5.1 - Introdução

Estudos empreendidos para a elaboração do diagnóstico da geologia das áreas de influência da **Fazenda Pampa** consistiram, primeiramente, em interpretação de imagens de satélite e levantamentos de campo cujos objetivos foram o reconhecimento e a caracterização dos aspectos geológicos nos contextos gerais e específicos. Uma vez finalizada a fase de levantamentos preliminares foram realizadas pesquisas de informações secundárias relativas à geologia regional e local em publicações acadêmicas e técnicas, relatórios técnicos, mapas geológicos, dentre outros. De posse do conjunto de informações de cunho geológico, seguiu-se a uma nova etapa de trabalhos de campo, desta vez visando à 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 geológico das áreas de influência (ADA, AID e AII) e, a partir disso, diagnosticar as características do ambiente geológico predisponentes ao desenvolvimento de impactos ambientais e a sua relação com as atividades desenvolvidas no empreendimento.

5.2 – Considerações sobre o arcabouço geológico regional

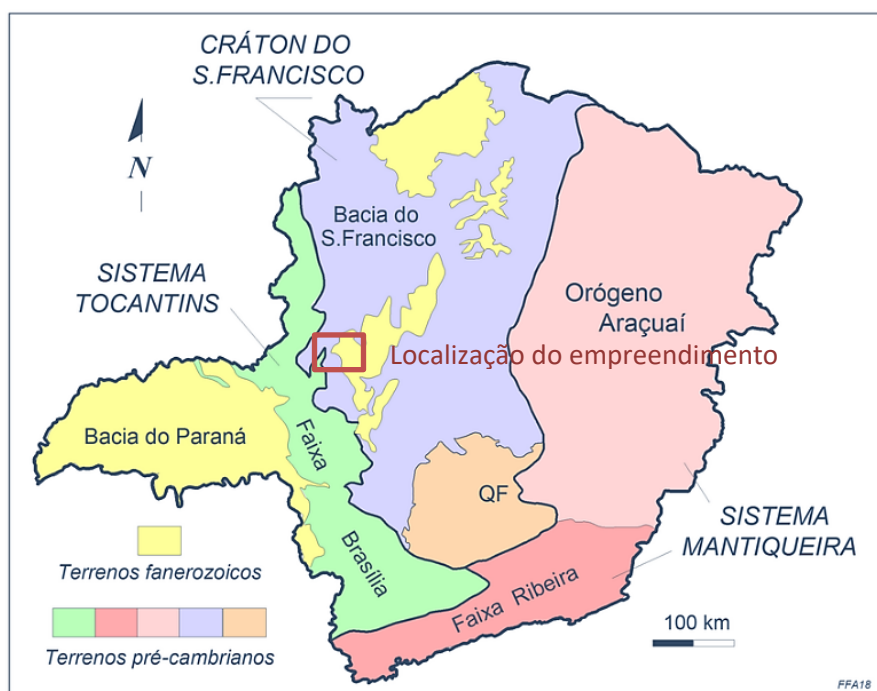
A Fazenda Pampa está localizada na região do Alto Paranaíba, no limite entre as Bacias hidrográficas do Paraná e do São Francisco, no município de Presidente Olegário. Encontra-se compreendido entre as coordenadas geográficas 18°17'17"S - 18°20'57"S e 46°30'37"O - 46°35'17"O.

No contexto geológico regional, o empreendimento rural em questão está localizado no domínio da grande unidade geotectônica estável denominada Cráton do São Francisco. Sobre este cráton, durante o Mesoproterozóico, se desenvolveu uma grande bacia de natureza intracratônica sobre a qual foram depositados sedimentos que compõem a Bacia intracratônica do São Francisco.

Ainda, a Fazenda Pampa acha-se localizada próxima do limite com outras duas grandes unidades geotectônicas pertencentes à Plataforma Sul Americana, a saber: Bacia Sedimentar do Paraná e a Faixa de Dobramentos Brasília.

Situada na porção leste da Província Tocantins, a Faixa de Dobramentos Brasília é definida como um cinturão de dobramentos e empurrões Neoproterozóico, de direção geral N-S (Almeida, 1967). Esta faixa se prolonga por mais de 1000 km na região central do Brasil, abrangendo parte dos estados de Minas Gerais (Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba), Goiás, Tocantins e do Distrito Federal. Encontra-se limitada, a Leste, pelo Cráton do São Francisco (Almeida, 1977), a Sudoeste pela Bacia Sedimentar do Paraná e, ao Norte, pela Bacia Sedimentar do Parnaíba (Figura 5.2-1).

Figura 5.2-1 – Representação esquemática do arcabouço tectônico da região onde se insere o empreendimento. Fonte - Modificado por Valeriano et al. 2004a, de Almeida et al. 1981.



Além de vários eventos que se sucederam em seu contexto evolutivo, a exemplo das intrusões graníticas a tonalíticas, o Cráton do São Francisco também foi palco de sucessivos ciclos de sedimentação, que deram origem a diferentes unidades litoestratigráficas desde o final do Paleoproterozóico, em condições de bacia intracratônica, denominada de “Bacia Sedimentar do São Francisco” (MARTINS-NETO; PINTO, 2001).

Para Almeida (1977), Alkmim et al. (1993) e Trompette (1994), o Cráton do São Francisco corresponde a um bloco continental rígido, que se desenvolveu no Arqueano, com repetição de processos tectonomagmáticos e que se manteve relativamente estável durante a deformação das faixas móveis marginais ao longo do evento Brasiliano-Panafricano, dentre as quais inclui-se o Orógeno Brasília (Faixa Brasília). Dessa forma,

as camadas sedimentares depositadas sobre o Cráton do São Francisco apresentam-se praticamente sem alteração na sua atitude, com estratos horizontais a sub-horizontais, ou seja, em camadas praticamente horizontais.

5.3 - Considerações sobre a evolução geológica e geotectônica regional

5.3.1 - Faixa de dobramentos Brasília

A Faixa de Dobramento Brasília caracteriza-se como um cinturão orogênico formado por sequências supracrustais que se estendem por mais de 1.200 km na direção N-S, que se inicia no Sul de Minas Gerais, passando por toda extensão de Goiás e terminando no Sul de Tocantins (NAVARRO et al., 2013). O grau metamórfico das rochas que compõem as unidades geológicas da Faixa Brasília varia entre fácies xisto verde e anfibolito (baixo a médio grau de metamorfismo), alcançando condições de fácies granulito ou eclogito (alto grau de metamorfismo) em Goiás e Minas Gerais (MORAES et al., 2002).

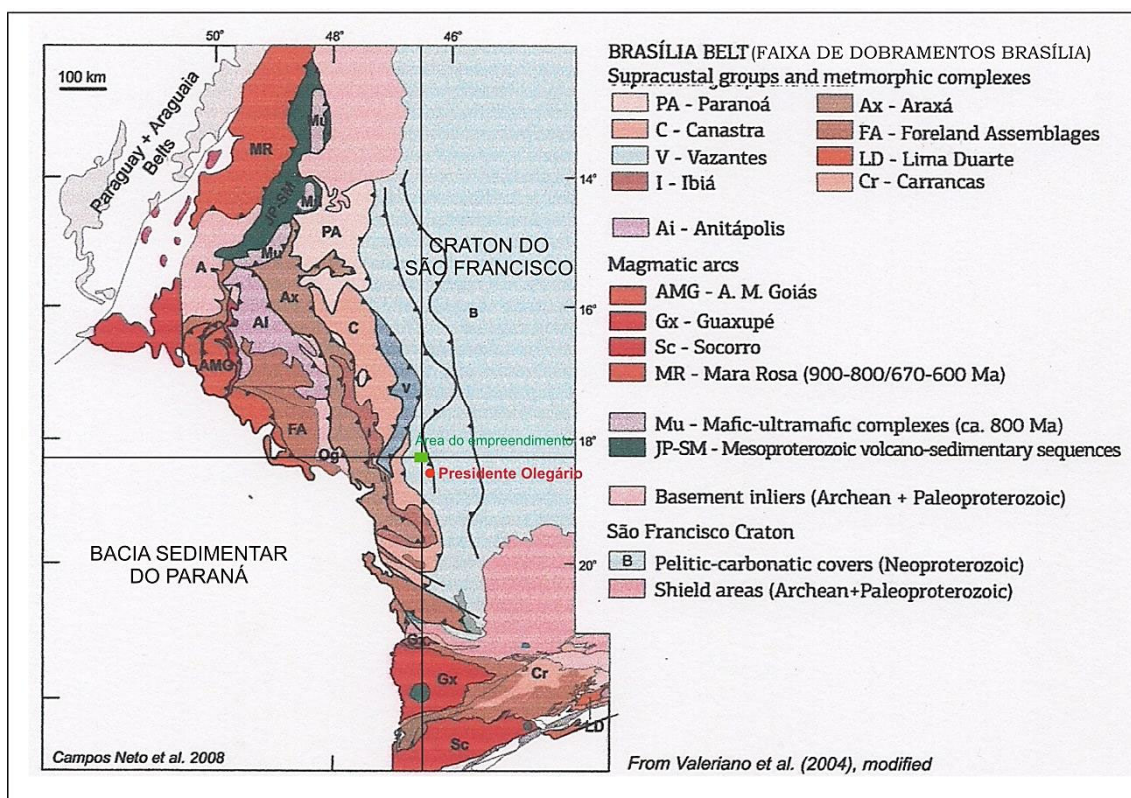
Esta faixa de dobramentos resultou da colisão de três importantes blocos continentais estáveis (crátons) durante o Neoproterozóico: Amazônico a Oeste, São Francisco a Leste e Paranapanema ao Sul (Figura 5.3.1-1) que, ao comprimirem bacias sedimentares oceânicas Mesoproterozóicas e Neoproterozóicas promoveram processos tectônicos de inversão, enquanto que as áreas estáveis dos crátons não foram afetadas pelos processos tectônicos e térmicos da orogenia brasileira.

Figura 5.3.1-1 – 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, sendo que este último contém a Faixa de Dobramentos Brasília (Schobbenhaus & Brito Neves, 2003), modificado.



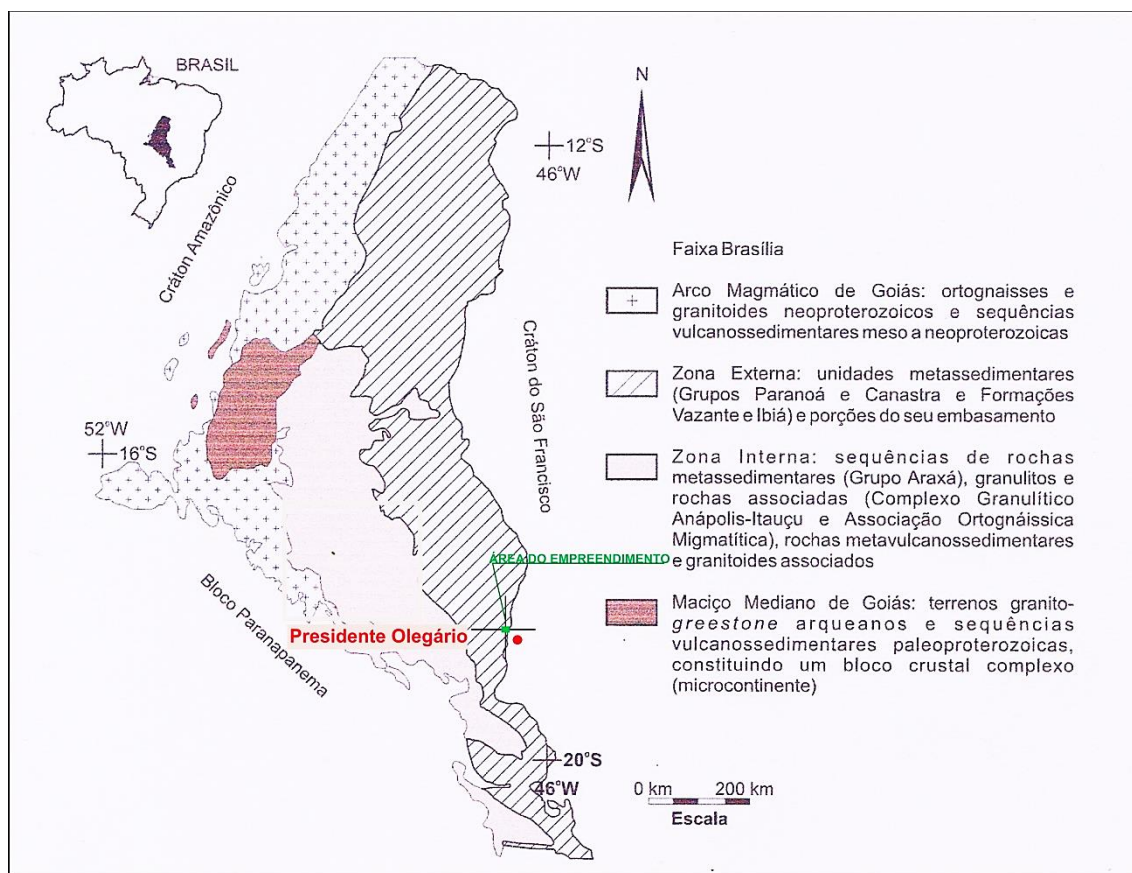
A área do empreendimento, assim como o município de Presidente Olegário encontra-se no contexto geotectônico do Craton do São Francisco, conforme ilustrado na Figura 5.3.1-2.

Figura 5.3.1-2 – Faixa de Dobramento Brasília e a localização do empreendimento Fonte: Campos Neto et al. 2008, modificado de Valeriano, 2004.



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-Itaçu e associação Ortognáissica Migmatítica; A Zona Externa é formada pelos grupos Paranoá, Canastra e as formações Vazante e Ibiá.

Figura 5.3.1-3 – As zonas Interna e Externa da Faixa de Dobramento Brasília em relação à cidade de Presidente Olegário e Fazenda Pampa. 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 (metadiamictitos 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.

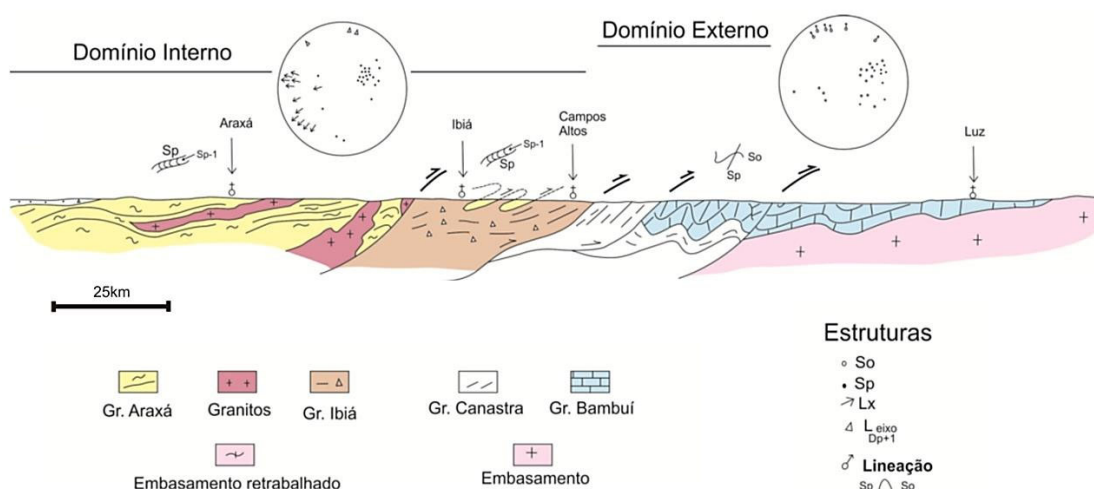
O Domínio Interno da Faixa Brasília inclui unidades alóctones do Grupo Araxá e Grupo Serra da Mesa, assim como porções do embasamento fortemente envolvido na tectônica brasileira.

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 mármore, porém, aflora ao Norte da Faixa Brasília, constituindo-se num provável equivalente lateral do Grupo Araxá. (Fuck & Marini, 1981).

Datações radiométricas posicionam a maior parte da evolução destas faixas no Neoproterozóico, com pico de metamorfismo em torno de 600 Ma, e com granitogênese entre 800 e 450 Ma. Estudos regionais mostram que a deformação nas faixas é gradativamente atenuada da porção interna para a porção externa. Assim, os empurrões predominam nas porções internas, enquanto falhas de empurrão de alto ângulo e falhas inversas são comuns na externa junto à transição para o Cráton (Oliveira *et al.* 1989, Magalhães *et al.* 1989, Alkimin *et al.* 1989).

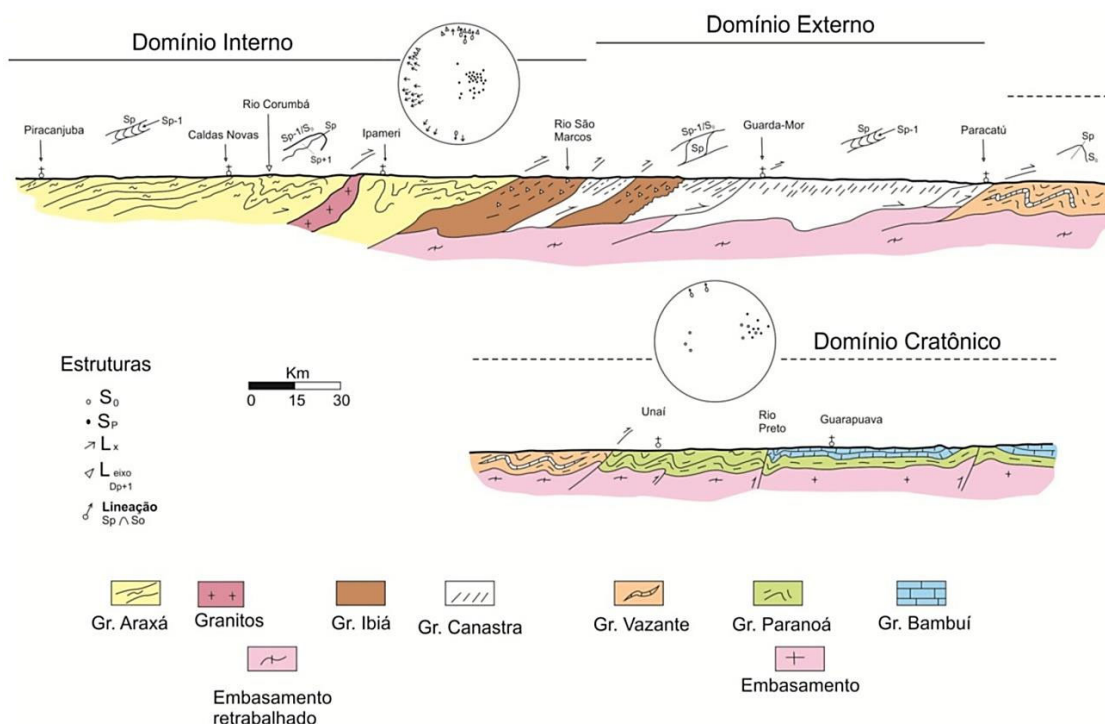
A seção estrutural - Araxá – Ibiá - Campos Altos - Luz onde afloram os Grupos Bambuí (siltitos), Canastra (quartzitos, xistos e mármore), Ibiá (xistos calcíferos) e Araxá (xistos com quartzo, granada, anfibolitos e granitos), é apresentada na Figura 5.3.1-4.

Figura 5.3.1-4 - Seção estrutural Araxá – Ibiá – Campos Altos – Luz mostra os domínios interno e externo da Faixa de Dobramentos Brasília (Fonte: Uhlein, *et.al.* 2013, modificado).



A seção estrutural Piracanjuba – Caldas Novas – Paracatu – Unaí acha-se representada na Figura 5.3.1-5, a seguir:

Figura 5.3.1-5 – A seção estrutural Piracanjuba – Caldas Novas – Paracatu – Unaí mostra os domínios Interno e Externo da Faixa de Dobramentos Brasília (Fonte: Uhlein, et.al. 2013, modificado).



5.3.2 - 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).

O que diferencia esta bacia sedimentar 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, encontram-se presentes 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 ao 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 possuem afloramentos em áreas restritas e exibem camadas pouco espessas, que raramente superam o limite de uma dezena de metros. As melhores exposições dessa unidade geológica podem ser observadas entre Conquista e Delta, no vale do rio Araguari. Ainda, as camadas de arenito eólico podem ser observadas a Oeste, na cidade de Romaria, na região do Alto Paranaíba.

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 Grande, Paranaíba, 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.

Na área de abrangência da Bacia Sedimentar do Paraná o Grupo Bauru se caracteriza como um conjunto litológico sedimentar de idade Neocretácica, representado pelas formações Adamantina, Uberaba e Marília.

Segundo Batezelli (2003), a Formação Adamantina é constituída por 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. Segundo o referido autor, a unidade Adamantina assenta-se discordantemente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, em contato abrupto e erosivo.

As ocorrências de rochas do Grupo Bauru mais próximas do empreendimento podem ser observadas nos municípios de Monte Carmelo, Iraí e Romaria, portanto, já no limite da Bacia Sedimentar Paraná.

5.3.3 - Bacia Sedimentar do São Francisco

Para Alkmim & Martins-Neto (2001), a Bacia Sedimentar do São Francisco corresponde a uma bacia intracratônica que recobre o embasamento do **Cráton do São Francisco**. Abrange áreas dos estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás e Tocantins. O preenchimento desta bacia apresenta uma evolução poli-histórica representada por

unidades estratigráficas com características distintas e idades que variam do Paleo/Neoproterozóico ao Cretáceo Superior.

O **Cráton São Francisco** foi definido por Almeida (1977) como uma porção da plataforma Sul-Americana consolidada como segmento litosférico no Arqueano e moldada pela orogênese brasileira (650-450Ma).

A evolução tectono-sedimentar da Bacia Sedimentar do São Francisco ainda é controversa, pois não há unanimidade em relação aos processos que atuaram no seu desenvolvimento. Kiang et al. (1988) sugeriram tratar-se, *à priori*, de *Fold and Thrust Belts*, ou seja, cinturões de dobras de empurrão, capazes de formar complexas *Forelands basins* (bacias alongadas e paralelas a orógenos, também denominadas bacias do tipo antepaís) devido as flexuras originadas de reajustamento isostático.

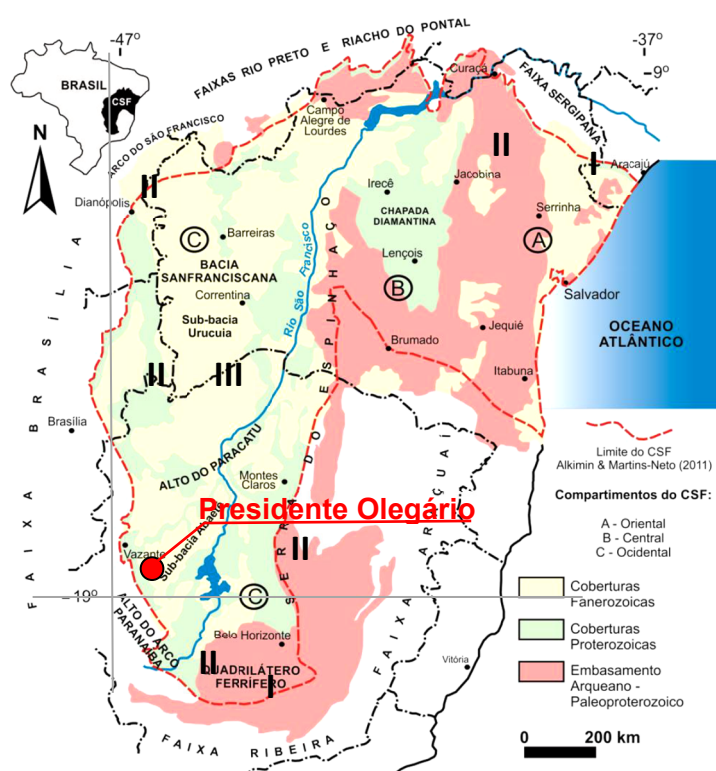
Apesar de a forma alongada da Bacia Sedimentar do São Francisco na direção N-S e o seu paralelismo com o aulacógeno do Reconcavo-Tucano-Jatobá sugerirem tratar-se de um rifte relacionado à evolução da margem continental brasileira, Campos & Dardenne (1997) constataram uma tectônica pouco pronunciada, o que contraria a hipótese de evolução por rifteamento. Com base no conhecimento detalhado dos aspectos tectônicos da bacia, os autores referidos propuseram um modelo de preenchimento de calha tipo *sag*, ou seja, uma ampla bacia intracontinental com pequena subsidência, apenas localmente afetada por incipientes processos tafrogênicos.

Desde o Paleozóico até o recente, vários estágios tectônicos controlados por períodos de relativa estabilidade, rápidas inversões nos campos de tensão extensivos/compressivos e movimentos verticais de compensação isostática marcaram a gênese e evolução da bacia.

Segundo Campos & Dardenne (1977), os limites longitudinais da bacia são paralelos às faixas Brasília e Araçuaí/Espinhaço Setentrional, as quais representam extensos *thrust-and-folded belts* brasileiros. A distância entre as margens atuais da bacia e as faixas dobradas é de mais de 150 km (Figura 5.3.3-1). Contudo, a presença de testemunhos isolados de coberturas fanerozóicas nas regiões de Montes Claros/MG (borda Leste) e Buritis/MG (borda Oeste) mostra que a bacia era mais larga do que atualmente observada. Apenas na borda Oeste da Sub-Bacia Abaeté, em seu segmento Sul, os limites da bacia alcançam os lineamentos da Faixa Brasília.

Alkmim e Martins-Neto (2001) apresentaram a estratigrafia da bacia sanfranciscana, composta pelas seguintes unidades: Supergrupo Espinhaço (Paleo/Mesoproterozóico); Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico); Grupo Santa Fé (Paleozóico); e grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia (Cretáceo). O Quadro 5.3.3-1, a seguir, apresenta uma síntese estratigráfica da Bacia Sedimentar do São Francisco conforme os referidos autores.

Figura 5.3.3-1 - Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (CSF), ilustrando o embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, os cinturões brasileiros, as coberturas Proterozóicas e as coberturas Fanerozóicas destacando a bacia Sanfranciscana, as sub-bacias e seus limites (modificado de Alkmim e Martins Neto 2001).



Quadro 5.3.3-1 - Síntese estratigráfica da Bacia Intracratônica do São Francisco

UNIDADE		IDADE	AMBIENTE	BACIA	PRINCIPAIS ROCHAS
Grupo Urucuia		Cretáceo	Eólico	Aulacógeno	Arenitos
Grupo Mata da Corda			Marinho		Vulcânicas alcalinas
Grupo Areado			Flúvio-lacustre		Conglomerados e arenitos
Grupo Santa Fé		Permo-carbonífero	Glaciomarinho	Sinéclise	Diamictitos e folhelhos
Supergrupo São Francisco	Grupo Bambuí	Neoproterozóico	Marinho Plataformar	Antepaís	Siltitos, calcipelitos, arenitos, conglomerados e carbonatos
	Grupo Macaúbas		Glaciocontinental	Rifte	Diamictitos e arenitos
Supergrupo Espinhaço		Mesoproterozóico	Eólico	Aulacógeno	Quartzitos
		Paleoproterozóico	Marinho		
Embasamento (Craton)		>1,8 Ga			Gnaisses

Fonte: Adaptado de Alkmim e Martins-Neto (2001) e Baptista (2004).

Fragoso et al. (2011) apresentaram a caracterização geológica regional referente a Bacia Sedimentar do São Francisco na região Noroeste de Minas Gerais. Segundo os autores mencionados afloram na região essencialmente associações rochosas pertencentes à Bacia do São Francisco. Os litotipos mais antigos são atribuídos ao Neoproterozóico e correspondem ao Grupo Bambuí. Nesta unidade foram reconhecidas as formações Lagoa do Jacaré (calcarenito, calcissiltito, biolitito, dolomito, marga e siltito), Serra da Saudade (siltito e lentes de calcissiltito) e Três Marias (arenito feldspático e siltito), sendo ainda acrescida da recém-designada Formação Lagoa Formosa (siltito e diamictito). De maneira geral, estas associações litológicas correspondem a uma sedimentação marinha plataformar em bacia do tipo *foreland*.

5.3.4 - Bacia Sanfranciscana

Em discordância com o Grupo Bambuí ocorrem espessos depósitos Cretácicos pertencentes aos grupos Areado e Mata da Corda. Estas unidades têm sua gênese relacionada ao estiramento crustal produzido durante a abertura do Atlântico Sul. No Eocretáceo esta fase de tectônica distensiva foi responsável pela formação de um conjunto de falhamentos normais e pela reativação de algumas descontinuidades Proterozóicas. A partir da movimentação de blocos se desenvolveu uma bacia receptora, com geometria *graben-horst*, onde depositaram-se as formações Abaeté (conglomerados, brechas e arenitos), Quiricó (siltito, argilito, folhelho e

subordinadamente, arenito fino a grosso) e Três Barras (arenitos estratificados), pertencentes ao Grupo Areado.

Por fim, rochas vulcânicas piroclásticas e epiclásticas atribuídas ao Grupo Mata da Corda evidenciam uma atividade magmática ocorrida durante o Neocretáceo, conforme a síntese da Bacia Sanfranciscana apresentada no Quadro 5.3.4-1.

Quadro 5.3.4-1 – Apresenta uma síntese estratigrafia da Bacia Sanfranciscana.

Unidade	Idade	Formações	Ambiente deposicional	Principais litologias	
Grupo Urucuia	Cretáceo (K)	Serra das Araras	Eólico e fluvial	Conglomerados, arenitos e siltitos	
		Posse		Arenitos finos a médios	
Grupo Mata da Corda		Capacete	Vulcânico	Rochas alcalinas máficas e ultramáficas, tufos vulcânicos, brechas piroclásticas, arenitos	
		Patos	Leques aluviais e fluvial entrelaçado	Tufos vulcânicos, brechas piroclásticas, siltitos lacustrinos e intrusões quimberlíticas.	
Grupo Areado		Três Barras	Eólico Flúvio-deltáico	Arenitos e pelitos intercalados a arenitos	
		Quiricó	Lacustre	Pelíticas, Pelito arenoso, folhelhos, siltito argiloso, Arenitos	
		Abaeté	Leques aluviais	Arenitos, arenitos conglomeráticos e arcossianos	
Grupo Santa Fé		Permo-Carbonífero	Brocotó	Flúvio-glacial	Diamictito, arenito, folhelhos e rochas carbonáticas
			Brejo do arroz		
	Lavado				

5.3.4.1 - Grupo santa fé

A princípio, esse grupo é representado por um conjunto sedimentar de natureza glacial depositado durante o Permiano e Carbonífero.

Segundo Campos e Dardene (1997), apresenta escassas áreas de afloramento localmente preservadas em paleo-depressões do embasamento que representam prováveis paleovales glaciais. Este grupo é composto pelas formações Floresta e Tabuleiro.

A Formação Tabuleiro recobre os membros da Formação Floresta além de ocorrer diretamente sobre o Grupo Bambuí. As áreas-tipo (Campos 1992) estão situadas em Canabrava e Santa Fé de Minas/MG. Sua espessura máxima alcança 180 metros na região de Santa Fé de Minas. A norte do Rio Urucuia, o Membro Brejo do Arroz atinge 70 metros de espessura. No geral, os sedimentos do Grupo Santa Fé somam 60 a 80 metros de espessura na maioria dos sítios de ocorrência.

- Formação floresta

Campos e Dardene (1997) subdividiram Formação Floresta em três membros: Brocotó, Brejo do Arroz e Lavado, conforme a descrição que se segue:.

Membro Brocotó - É constituído essencialmente por diamictitos de coloração vermelho tijolo, com variações nas proporções de matriz entre 30 e 80%. Os mecanismos de deposição deste membro são diretamente relacionados à presença de capas de gelo. Podem estar associados a materiais residuais de bases de geleiras em movimento (lodgement till) ou serem produtos de derretimento de capas de gelo saturadas de detritos (melt-out till). Como a região em estudo é caracterizada por paleoclima temperado, os sedimentos do tipo melt-out till são mais comuns.

Membro Brejo do Arroz - É caracterizado por folhelhos vermelhos, rosados ou ocre bem laminados, apresentando clastos caídos (seixos e calhaus). Associados aos folhelhos, comumente ocorrem intercalações milimétricas a centimétricas de siltitos e arenitos finos. Localmente se destacam níveis contínuos ou lenticulares (decimétricos a métricos) de paraconglomerados. Pacotes de varvitos, embora não muito comuns, também são observados em diversas posições estratigráficas.

Membro Lavado - É constituído por arenitos heterogeneos vermelhos e secundariamente por diamictitos de matriz arenosa, conglomerados e conglomerados intraformacionais. Os arenitos são finos, médios ou grossos, argilosos ou puros, sempre cimentados por calcita, sendo localmente o cimento do tipo sintaxial. Os diamictitos e conglomerados indicam retrabalhamentos, pois são principalmente compostos por fragmentos arredondados dos próprios arenitos.

- Formação Tabuleiro

É constituída por arenitos médios, vermelhos, rosados, brancos e maciços, dispostos em bancos horizontais intercalados por delgadas lâminas argilosas que podem chegar a alguns centímetros de espessura. Na base ocorrem camadas de argilitos pouco estratificados com grãos de quartzo foscos flutuantes. Na região de Urucuia ocorrem níveis de calcários microcristalinos e margas cinzas. Os arenitos e argilitos são dispostos em camadas plano-paralelas e, mais raramente, estratificações cruzadas.

5.3.4.2 - Grupo areado

Aos sedimentos pertencentes ao Grupo Areado é atribuída a idade Eocretácica, tendo sido inicialmente estudados na região do Alto Paranaíba. Esta unidade encontra-se distribuída de forma descontínua por toda a extensão da bacia Sanfranciscana e, de maneira contínua na sub-bacia do Abaeté, onde a unidade Areado apresenta espessuras superiores a 200 metros no seu depocentro e rápido adelgaçamento lateral. Para norte as espessuras desta unidade não ultrapassam algumas dezenas de metros.

O Grupo Areado é a unidade da Bacia Sanfranciscana com maior variação lateral de litofácies. As mudanças laterais são função da atuação simultânea de diversos ambientes deposicionais, entre os quais leques aluviais, fluviais entrelaçados, fluvio-deltáicos, lacustres, campo de dunas e interdunas.

O Grupo Areado é composto por três formações fortemente interdigitadas, conforme descritas a seguir:

- Formação Abaeté

A Formação Abaeté caracteriza-se como a unidade basal do Grupo Areado. Apesar de não ser contínua, apresenta uma ampla distribuição horizontal, principalmente na porção centro-sul da bacia, distribuída sobre uma faixa alongada de orientação SO-NE que se estende desde Patos de Minas até as margens do rio São Francisco.

Os conglomerados da Formação Abaeté apresentam importantes diferenças petrográficas quando comparadas suas ocorrências no extremo sul e nas demais regiões da bacia. Na porção sul, região limitada à área afetada pelo soerguimento do Alto Paranaíba, ocorrem conglomerados polimíticos comumente sustentados pela matriz e com predomínio de clastos de metassiltitos do embasamento local. Já nas demais

regiões da bacia, inclusive na área-tipo próximo a Abaeté/MG, os conglomerados são sustentados pelos clastos, com amplo predomínio de seixos de quartzitos e melhor grau de organização. A espessura destes conglomerados varia de alguns centímetros a até 30 metros, ficando na maior parte dos casos, compreendida entre 0,5 e 2,0 metros. Quando a sua espessura atinge dezenas de metros, os conglomerados associam-se a inúmeras fácies arenosas, sempre preenchendo paleo-depressões no embasamento.

- Formação Quiricó

É composta predominantemente por sedimentos pelíticos, com folhelhos e siltitos esverdeados, rosados, ocre, violáceos ou avermelhados, que ocorrem interestratificados entre si, apresentando rápidas variações de cores. Subordinadamente ocorrem intercalações de arenitos finos, médios e grossos, os quais são mais frequentes na parte superior da sequência. De maneira restrita, ocorrem fácies de calcários micríticos cinza esverdeados dispostos em bancos maciços associados aos pelitos (Sgarbi, 1989). Apenas confinados à região de Varjão-São José de Geribá, no Município de Presidente Olegário, ocorrem folhelhos pretos, ricos em material orgânico, refletindo um ambiente mais profundo. Esta fácies, além de apresentar uma distribuição restrita, mostra espessuras reduzidas, não superiores a 5 metros (Kattah, 1991). De uma forma geral, as litologias pelíticas predominam na base da unidade, enquanto as intercalações arenosas se situam na porção mediana da seção, sendo mais comuns para o topo. Além do proeminente acamamento plano-paralelo, diversas estruturas sedimentares são observadas: laminações e estratificações cruzadas, marcas onduladas assimétricas, climbing ripples, moldes de pseudomorfo de sais, marcas de sola, concreções carbonáticas e canais de corte e preenchimento.

- Formação Três Barras

Segundo Campos e Dardene (1997), esta unidade do Grupo Areado apresenta a maior diversidade litológica e a mais ampla área de ocorrência na área da bacia. Também apresenta as maiores variações laterais de fácies, sendo constatada a atuação simultânea de sistemas fluviais, fluvio-deltáicos e desérticos. As espessuras máximas alcançam 150 metros na sub-bacia Abaeté. Em direção ao norte, a unidade se adelgaça rapidamente, apresentando espessuras da ordem de 20 a 40 metros. Na sub-bacia Urucuia, esta formação ocorre apenas na forma de morros testemunhos isolados, com

espessuras da ordem de 10 a 15 metros. Na Formação Três Barras, predominam três fácies distintas de arenitos, descritas a seguir:

Fácies 1 - Representada por arenitos médios, brancos, esverdeados ou rosados, dispostos em estratos cruzados de grande porte, com *foresets* tangenciais. Apresentam comumente granulometria bimodal, grãos esféricos com superfície fosca.

Fácies 2 - Constituída por arenitos médios a finos, brancos, amarelados, apresentando estratos decimétricos planoparalelos e estratificações cruzadas de médio e pequeno porte. Frequentemente ocorrem intercalações de delgados níveis argilosos. As fácies com maior porosidade primária apresentam cimento calcífero, comumente observado nas rochas menos intemperizadas.

Fácies 3 - Caracterizada por arenitos e *wackes* vermelhos, rosados, na forma de lentes, lobos (isolados ou amalgamados), canais, em bancos maciços, com estratificação plano-paralela ou em estratos cruzados tabulares e acanalados. São comuns os corpos arenosos de feições gerais sigmoidais. Esta fácies encontra-se bem desenvolvida na zona de transição entre as formações Três Barras e Quiricó.

5.3.4.3 - Grupo mata da corda

De acordo com Campos e Dardene (1997), o Grupo Mata da Corda é caracterizado pela presença de rochas vulcânicas máficas alcalinas denominadas de Kamafigitos, em forma de derrames e diques. Rochas piroclásticas (aglomerados e brechas vulcânicas, lapilitos, tufos e cineritos), plutônicas alcalinas e sedimentares epiclásticas completam a suíte litológica desta unidade.

As rochas máficas-ultramáficas registram uma atividade vulcânica no Neocretáceo, sendo que esse magmatismo originou deformações e silicificação nas rochas encaixantes do Grupo Areado. O Grupo Mata da Corda é dividido em duas unidades: Formação Patos e Capacete.

- Formação Patos

A Formação Patos consiste em rochas alcalinas máficas e ultramáficas de característica efusiva e piroclástica (predominante) chamadas kamafigitos. Nota-se na unidade vestígios de crateras, caldeiras, diques e plugs que alimentaram as atividades vulcânicas.

A distribuição desta unidade na Bacia Sanfranciscana está restrita à região de Patos de Minas, Presidente Olegário, São Gonçalo do Abaeté e São Gotardo. É comum se observar uma espessa canga laterítica brechóide de cor ocre/amarelada recobrindo a Formação Patos, sendo esta totalmente distinta das coberturas de lateritos que se desenvolvem sobre as demais unidades em outras porções da bacia.

- Formação Capacete

Formação Capacete é constituída por rochas epiclásticas de granulometria variável entre argila e seixos e calhaus, representadas por argilitos, arenitos líticos, ortoconglomerados e paraconglomerados vulcânicos, predominantemente em tons de cinza e verde nas rochas menos intemperizadas a tons rosados e avermelhados nas rochas intemperizadas. As estruturas sedimentares mais frequentes são as estratificações cruzadas acanaladas e geometria de cunha.

Formação Capacete representa o produto do retrabalhamento das rochas vulcânicas da Formação Patos, sendo constituída por rochas epiclásticas com fragmentos petrograficamente similares às rochas vulcânicas da Formação Patos.

Os sedimentos que deram origem às rochas da Formação Capacete foram depositados em um sistema de leques aluviais distais, transicionando para fácies fluviais entrelaçadas. Também não se pode desprezar a contribuição eólica em razão da presença de grãos de quartzo esféricos e foscas.

5.3.4.4 - Grupo urucuia

As rochas dessa unidade estão restritas à porção do Estado de Minas Gerais localizada ao norte da bacia hidrográfica homônima e se estendendo em direção ao norte, até o sudeste do estado do Piauí, onde se sobrepõe aos sedimentos da Bacia do Parnaíba.

O Grupo Urucuia é majoritariamente composto por uma unidade arenosa com um amplo espalhamento geográfico pela Bacia Sanfranciscana, no qual há a influência de um ambiente fluvial e eólico. Duas unidades são reconhecidas compondo o Grupo Urucuia: as formações Posse e Serra das Araras.

A Formação Posse é constituída por arenitos médios a muito finos com elevada maturidade textural e mineralógica. Esta formação pode ser subdividida em duas litofacies:, a primeira, atribuída a um ambiente eólico de campos de dunas caracterizado

pelas ocorrências de estratificações cruzadas de grande porte nos arenitos em conjunto de outras estruturas indicativas de deslizamento de grãos na parte frontal das dunas, bimodalidade dos grãos, ausência de matriz argilosa e grãos bem selecionados; a segunda, gerada em ambiente fluvial entrelaçado, é composta por arenitos finos, embora bem selecionados são menos maduros em relação à primeira litofácies e estratificações cruzadas tabulares de pequeno porte.

A Formação Serra das Araras é constituída por arenitos polimodais, argilitos e conglomerados finos e grossos. A existência de grãos esféricos e polidos indica a interferência eólica na geração dessa unidade, porém, outras características observadas nos sedimentos, que mostram a variação do regime de fluxos e de carga por tração e suspensão, sugerem a contribuição de ambiente fluvial na deposição de partículas que formam as rochas da unidade.

5.4 – As áreas de influência do empreendimento no contexto geológico regional e local

As áreas de influência da Fazenda Pampa (ADA, AID e AII) estão inseridas na porção de abrangência de unidades geológicas Neoproterozóicas da Bacia do São Francisco, além das unidades Mesozóicas (Cretácicas) da Bacia Sanfranciscana.

Desse modo, as áreas de influência do empreendimento estão inseridas no contexto geológico dos grupos Bambuí (Neoproterozóico), Areado e Mata da Corda (Mesozóico). Uma cobertura sedimentar, de idade Cenozóica - Terciária e Quaternária, recobre parcialmente as litologias dos referidos grupos.

Levantamentos de Informações bibliográficas e trabalhos de campo realizados para a elaboração do presente diagnóstico geológico possibilitaram a identificação das seguintes unidades geológicas: Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí), as formações Três Barras e Quiricó (Grupo Areado) e a Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).

Sobrejacente às formações Três Barras, Quiricó e Serra da Saudade, na porção que corresponde à chapada localmente designada Chapada da Ponte Firme, ocorre uma espessa camada detrítica de idade Cenozóica.

5.4.1- Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí)

Nas áreas de influência do empreendimento esta unidade geológica é constituída por siltitos lilás associados a níveis de siltitos esverdeados denominados de verdetes, ambas são finamente laminadas. Estruturalmente, os tipos litológicos pertencentes a esta unidade geológica mostram elevado grau de mergulho das camadas sedimentares, feição esta indicativa de atividade tectônica que alterou a atitude das camadas siltosas originalmente horizontal.

As Figuras 5.4.1-1 a 5.4.1-5 mostram os tipos litológicos da Formação Serra da Saudade identificados durante o levantamento de campo realizado nas áreas de influência da Fazenda Pampa.

Figura 5.4.1-1 – Siltito lilás e verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho da laminação original.



Figura 5.4.1-2 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.



Figura 5.4.1-3 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.



Figura 5.4.1-4 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade.



Figura 5.4.1-5 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para a deformação (dobra) da laminação.



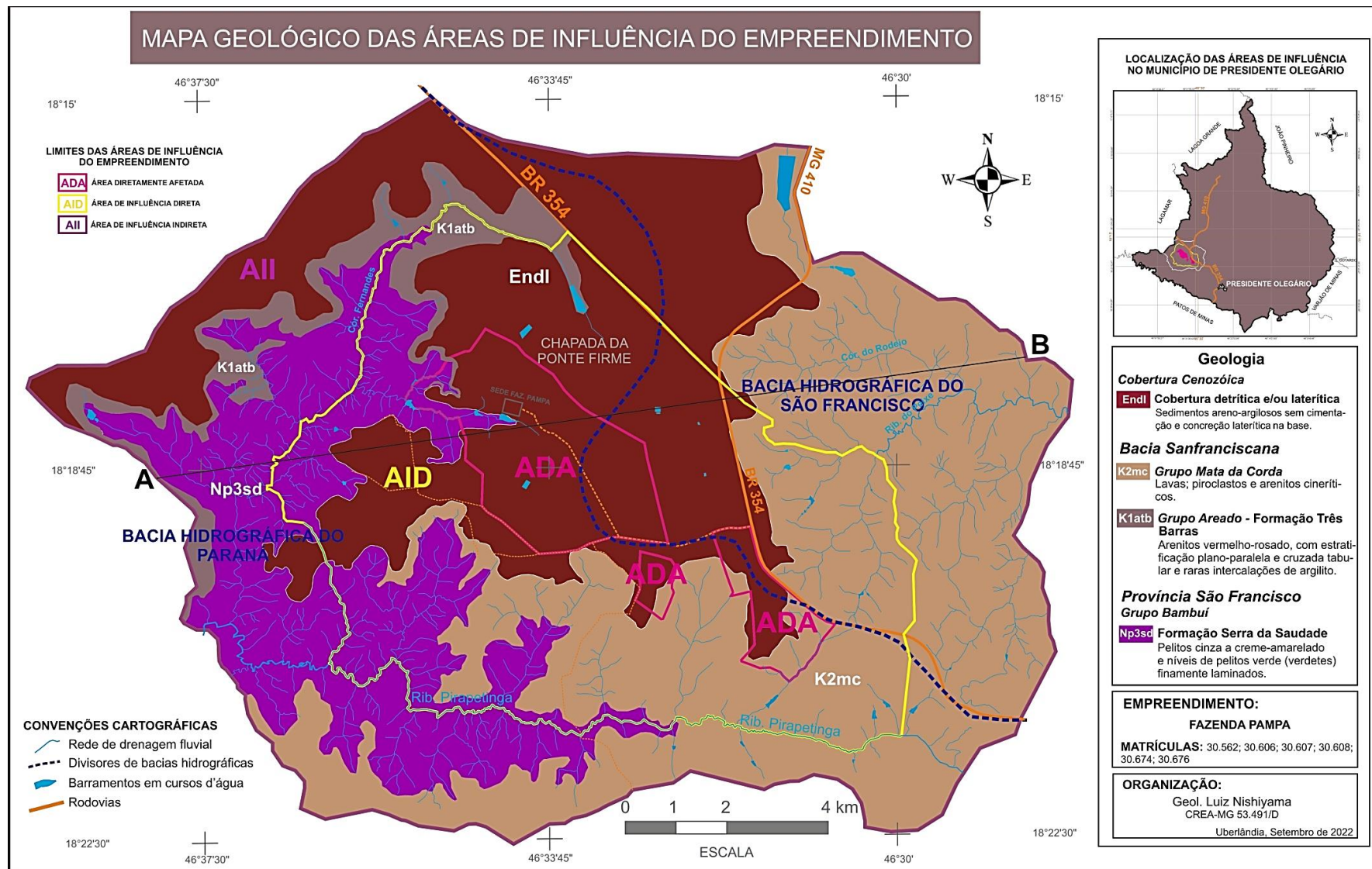
Dada à proximidade da área avaliada em relação à faixa de Dobramento Brasília, localizada a menos de 50 quilômetros em linha reta, é notória a influência da atividade tectônica compressiva que resultou na evolução daquela faixa orogênica durante o Brasiliano, ou seja, ocorrida há cerca de 600 milhões de anos. Desse modo, camadas sedimentares depositadas sobre o Cráton do São Francisco, inclusive as que deram origem à Formação em epígrafe, foram afetadas pelos empurrões e cavalgamentos que levaram à sua deformação (Figura 5.4.1-6).

A Figura 5.4.1-7 apresenta o mapa geológico das áreas de influência do empreendimento elaborado para o presente diagnóstico do meio físico.

Figura 5.4.1-6 – Siltito laminado com superfície lisa e estriada, o que evidencia movimento tectônico por falhamento (espelho de falha).



Figura 5.4.1-7 – Mapa geológico das áreas de influência da Fazenda Pampa.



5.4.2 – Formação Quiricó (Grupo Areado)

Arenitos dessa unidade geológica ocorrem em uma pequena área localizada a noroeste da AII do empreendimento sobrepostos aos siltitos lilás e esverdeados (verdetes) da Formação Serra da Saudade e sotopostos aos arenitos vermelho da Formação Três Barras.

Distintamente de outras áreas de ocorrência da unidade Quiricó, a sua espessura é relativamente pequena, não ultrapassando o limite de 20 metros. Não foram observadas na área estudada litologias pelíticas e silticas que compõem esta unidade geológica.

Localmente, os arenitos da Formação Quiricó apresentam coloração avermelhada a rosada, com abundante matriz siltico-argilosa e aparentemente maciços nos afloramentos existentes na área investigada (Figura 5.4.2-1).

Figura 5.4.2-1 – Arenitos da Formação Quiricó (Grupo Areado).



5.4.3 – Formação Três Barras (Grupo Areado)

Esta unidade geológica está presente na área avaliada na porção representada por uma extensa superfície elevada e de relevo plano de chapada, denominada chapadão da Ponte Firme. Porém, em quase totalidade da área de ocorrência da Formação Três Barras, esta se encontra recoberta por sedimentos de natureza detritica de idade Cenozóica (Figura 5.4.3-1).

Desse modo, os arenitos da unidade Três Barras afloram apenas nas bordas desse relevo residual, mesmo assim, na maioria das vezes estão recobertos por uma espessa camada coluvial (Figura 5.4.3-2).

Figura 5.4.3-1 - Área de ocorrência da Formação Três Barras. Devido ao recobrimento por sedimentos detríticos de idade Cenozóica (mais recente), não se observa exposição de arenitos dessa unidade geológica.



Figura 5.4.3-2 – Depósito de colúvio arenoso com contribuição de arenitos da Formação Três Barras localizado na borda do relevo residual (chapadão da Ponte Firme). Tal depósito impede a exposição de arenitos dessa unidade geológica.



Nos raros afloramentos visitados percebeu-se tratar de um arenito com teor elevado de matriz siltico-argilosa, rosado, texturalmente imaturo, feldspático (arcoseano), com evidentes manchas esbranquiçadas caulíníticas, condição que impõem um mosqueamento aparente. A figura 5.4.3-3 ilustra o tipo litológico presente nas áreas de influência do empreendimento.

Figura 5.4.3-3 – Arenito aparentemente maciço pertencente a Formação três Barras. Atentar para o mosqueamento esbranquiçado dado pela caulinita.



Nos afloramentos da unidade Três Barras o tipo litológico predominante (arenito) mostrou-se pouco cimentado, o que o torna pouco resistente aos processos erosivos. As escarpas erosivas do Chapadão da Ponte Firme, embora ostentem acentuada verticalidade, condição que por si só pode sugerir elevada resistência mecânica dos arenitos, na realidade se deve à ocorrência de um nível métrico concrecionário de óxido de ferro (laterita) no contato da Formação Três Barras com a cobertura Cenozóica (Figuras 5.4.3-4 e 5.4.3-5).

Figura 5.4.3-4 – Nível de concreção laterítica na base da cobertura cenozoica e sobreposta aos arenitos da Formação Três Barras.



Figura 5.4.3-5 – Detalhe da concreção laterítica presente na base da cobertura Cenozóica constituindo camadas com espessuras que variam desde centímetros a metros.



5.4.4 – Formação Capacete (Grupo Mata da Corda)

Esta unidade geológica se encontra exposta em grande parte das áreas de influência do empreendimento, sobretudo na porção Leste da AII. Já, na AID, não se observa a exposição de materiais da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda) em razão do recobrimento imposto pelos sedimentos detríticos de idade Cenozóica. Os tipos litológicos identificados nas raras áreas com exposição da unidade são representados por arenitos com clastos vulcânicos, arenitos finos, além de rochas vulcânicas máficas, litologias estas que permitem classificá-las como pertencente à Formação Capacete (Figuras 5.4.4-1 e 5.4.4-2).

Figura 5.4.4-1 – Arenito cinerítico da Formação Capacete contendo clastos vulcânicos.



Figura 5.4.4-2 – Rocha vulcânica máfica da Formação Capacete totalmente intemperizada. Atentar para a coloração esverdeada desse material.



5.4.5 - Cobertura Cenozóica

Materiais sedimentares de idade Cenozóica ocorrem revestindo praticamente toda a superfície do chapadão da Ponte Firme (Figura 5.4.5-1). Caracterizam-se como materiais pouco consolidados, de textura argilo-arenosa (Figura 5.4.5-2) e contendo quantidades variáveis de nódulos milimétricos de óxido de ferro (Figura 5.4.5-3).

Figura 5.4.5-1 – Sedimentos argilo-arenosos da cobertura Cenozóica recobrem os arenitos da Formação Três Barras no Chapadão da Ponte Firme.



Figura 5.4.5-2 – Materiais argilo-arenosos derivados de sedimentos da cobertura Cenozóica.

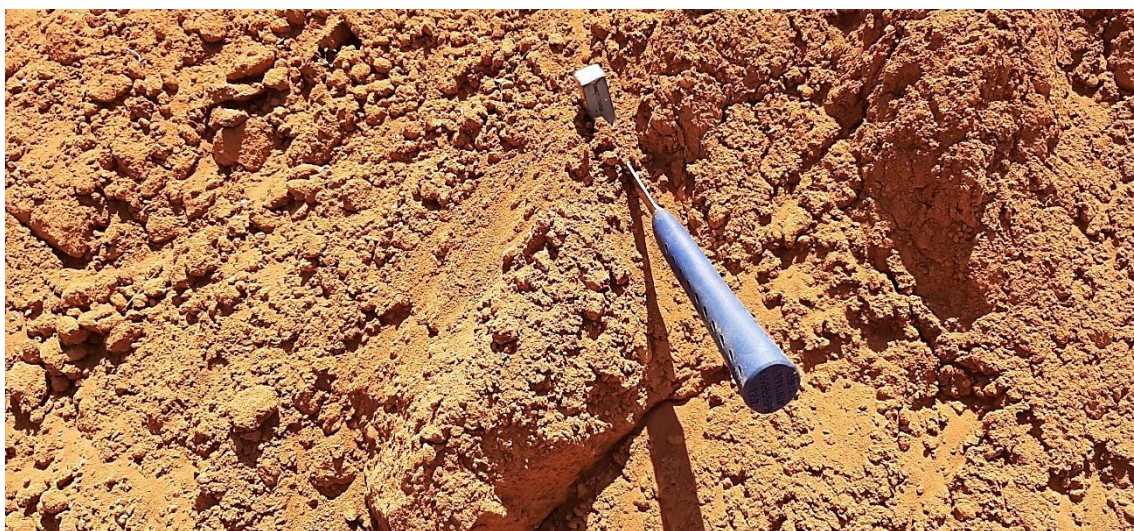
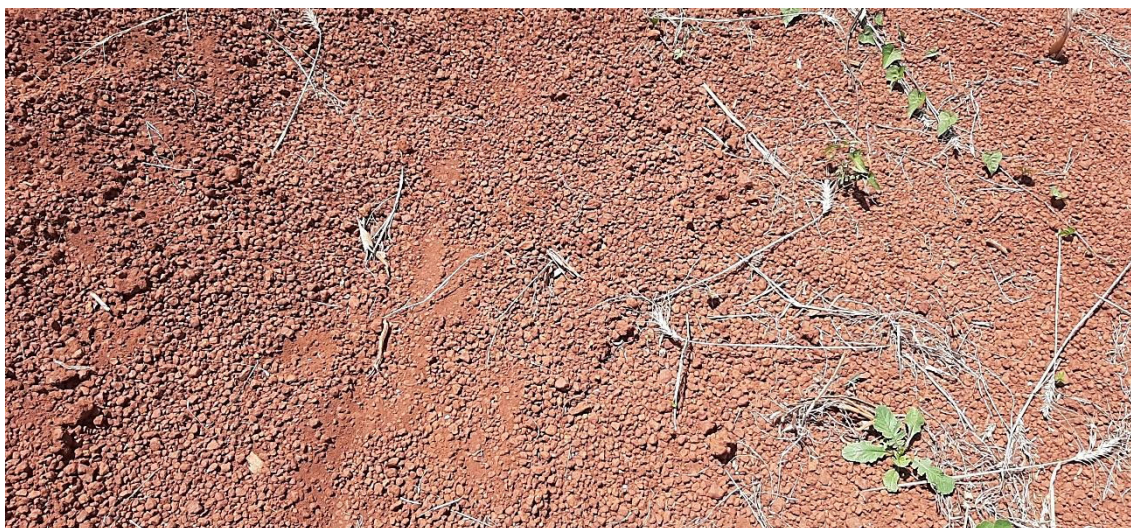


Figura 5.4.5-3 – Concreções lateríticas presentes nos materiais detríticos da cobertura cenozoica.



Na base do pacote ocorre um nível métrico concrecionário de laterita férrica, gerado pela redução do óxido de ferro, processo pelo qual o Fe^{+3} passa à forma Fe^{+2} , nas porções superiores do perfil, com posterior transporte vertical descendente pelas águas de infiltração para, novamente, se precipitar na forma de Fe^{+3} no contato com a unidade Três Barras (Figura 5.4.5-4).

Figura 5.4.5-4 – Exposição de nível de laterita férrica formada entre a cobertura Cenozoica e a Formação Três Barras.



5.5 - Geologia no contexto da AID e ADA do empreendimento

Duas unidades geológicas estão presentes nas áreas de Influência Direta e Diretamente Afetada da Fazenda Pampa: as formações Serra da Saudade; Três Barras e Capacete, além da cobertura Cenozóica.

Apesar do amplo recobrimento imposto pela cobertura detrítica Cenozóica, exposições de litologias das formações Serra da Saudade, Três Barras e Capacete podem ser vistas de forma restrita nos vales fluviais da ADA (Figuras 5.5-1, 5.5-2 e 5.5-3).

Figura 5.5-1 – Exposição de siltitos da Formação Serra da Saudade na ADA, junto ao vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes.



Figura 5.5-2 – Exposição de arenitos da Formação Três Barras na ADA, na borda da chapada voltada para o vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes.



Figura 5.5.3 – Exposição de arenitos da Formação Capacete na ADA do empreendimento, junto ao vale fluvial de um afluente sem denominação do córrego Fernandes (próxima da sede da Fazenda Pampa).



A cobertura Cenozóica é representada na AID e ADA do empreendimento por sedimentos detríticos isentos de qualquer cimentação. Sua espessura é variável, podendo atingir valores máximos da ordem de 20 metros. Em superfície, sob a ação dos agentes intempéricos, evolui para uma cobertura pedológica (solo) argilo-arenoso, de coloração vermelho-amarelo, contendo quantidades apreciáveis de nódulos milimétricos de óxido de ferro (Figura 5.5-4).

A redução do ferro na forma de óxido (Fe^{+3} para Fe^{+2}) em condições de pH ácido possibilita a sua migração para níveis mais profundos, onde novamente se precipita na forma de Fe^{+3} , principalmente no contato com os arenitos das formações Três Barras e Capacete, formando uma camada centimétrica a métrica de laterita.

Figura 5.5-4 – Cobertura pedológica argilo-arenosa derivada de sedimentos detríticos da cobertura Cenozóica.



A migração do ferro no estado férrico também ocorre no interior de arenitos das mencionadas formações, o que produz a cimentação das partículas de areia, conforme pode ser observado na Figura 5.5-5.

Figura 5.5-5 – Arenito da Formação Capacete cimentado pelo hidróxido de ferro em fundo de vale fluvial (goethita).



Os tons amarelado, castanho e ocre observados se devem à presença da água do lençol freático, a qual contribui para a formação de hidróxidos de ferro na forma de goethita (Figura 5.5-6).

Figura 5.5.-6 – Arenito da Formação Capacete exposto no vale fluvial do córrego sem denominação, junto à ADA do empreendimento, exibindo a coloração ocre-amarelado resultante da precipitação do ferro na forma de Hidróxido (goethita) nos espaços intergranulares e nas fraturas.



5.6 - Referencias bibliográficas

- ALKMIM, F. F.; BRITO-NEVES, B. B.; ALVES, J. A. C. **Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco: uma revisão.** In: DOMINGUEZ, J. M. L.; MISI, A. (eds.). O Cráton do São Francisco. Reunião preparatório do II Simpósio sobre o Cráton do São Francisco, Salvador, SBG/Núcleo BA-SE/SGM/CNPQ, p. 45-62, 1993.
- ALKMIM, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. **A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos.** In.: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001, p. 9-30.
- ALKMIM, F. F. **O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo.** In: Mantesso-Neto, V. et al. (ed.) Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, p. 17-34, São Paulo, Beca, 647 p, 2004.
- ALMEIDA, F. F. M. **O cráton do São Francisco.** Revista Brasileira de Geociências, 349-364, 1977.
- BAPTISTA M.C. 2004. **Estratigrafia e evolução geológica da região de Lagoa Formosa (MG).** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 104 p.
- BATEZELLI A.; SAAD A.R.; FULFARO V.J.; CORSI A.C.; LANDIM P.M.B e JOSÉ PERINOTTO, J.A. de J. **Análise de bacia aplicada às unidades Mesozóicas do Triângulo Mineiro (Sudeste do Brasil): uma estratégia na prospecção de recursos hídricos subterrâneos.** São Paulo, 2005: Águas Subterrâneas – ABAS. Vol.19, Nº 1.
- BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.** 183 f. Tese (doutorado). Pós – Graduação em Geociências Área de Concentração em Geologia Regional. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BECKER, M. & DALPONTE, J.C. 1990. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. 2ª ed. Universidade de Brasília, Brasília (DF).
- BRITO NEVES B.B de et al. **The Brasiliano collage in South America: a review.** Brazilian Journal of Geology, 44(3): 493-518, September 2014
- BARBOSA, O et al. **Geologia do Triângulo Mineiro.** Rio de Janeiro: MME, 1970.
- CAMPOS J.E.G. & DARDENNE M.A. 1997a. **Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana: Uma Revisão.** Revista Brasileira Geociências, 27(3): 269-282.
- CAMPOS J.E.G. & DARDENNE M.A. 1997b. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. Revista Brasileira Geociências, 27(3):283-294
- COELHO, J.C.C; MARTINS-NETO, M.A.; MARINHO, M.S. **Estilos estruturais e evolução tectônica da porção mineira da bacia proterozóica do São Francisco.** Revista Brasileira de Geociências. 38(2): 149-165, 2008.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa geológico do Estado de**

Minas Gerais, escala 1:1.000.000. 2003. Disponível em:
<<http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>> acesso em 09 de dezembro de 2015.

FERNANDES, L. A., COIMBRA, A. M. **Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (neocretáceo)**. Revista Brasileira de Geociências, 30(4):717-728. 2000.

FERNANDES, L. A. **Mapa litoestratigráfico da parte oriental da bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:100.000**. Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 53-66, 2004, UFPR.

FERNANDES, R. A.; CARNEIRO, M. A. **O Complexo metamórfico Campo Belo (Cráton São Francisco Meridional): unidades litodêmicas e evolução tectônica**. Revista Brasileira Geociências, 30: 671-678, 2000.

FUCK, R.A. 1994. **A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins**. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 4, Brasília, 1994. *Anais...*Brasília, SBG, p. 184-187.

FUCK, R.A.; JARDIM DE SÁ, E.F.; PIMENTEL, M.M.; DARDENNE, M.A.; SOARES, A.C. P. 1993. **As Faixas de Dobramentos Marginais do Cráton do São Francisco**. In: DOMINGUEZ, J. & MISI, A. (coords), *O Craton do São Francisco*. SBG, Salvador, p.161-185.

FUCK, R.A.; PIMENTEL, M.M.; SILVA, L.J.H. 1994. **Compartimentação tectônica na porção oriental da Província do Tocantins**. In: CONGR. BRAS. GEOL., 38, Camboriú, 1994. *Anais...*Camboriú, SBG, p. 215-216.

FRAGOSO, D.G.C. et al. **Geologia dos Grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda na folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: registro deposicional do Neoproterozóico ao Neocretáceo da bacia do São Francisco**. Gnomos 19(1): 28 - 38. 201.

GRASSO, C.B. **Petrologia do complexo alcalino-carbonatítico de Serra Negra, MG**. Brasília: UNB, 2010 (dissertação de mestrado) 156p.

KIANG, C.; MIRANDA, F. P.; MAGALHÃES, L; ALKMIM, F. F. **Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco**. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, v. 5, p. 2076-2090, 1988.

MARTINS-NETO M.A., CASTRO P.T.A., HERCOS C.M. 1997. **O Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico) no Cráton do São Francisco em Minas Gerais**. Belo Horizonte, SBG/MG, Boletim, 14, p. 22-24

MARTINS-NETO, M. A.; PINTO, C. P. **A bacia do São Francisco: definição e base de dados**. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*. Belo Horizonte: SBG-MG, p. 1-30, 2001.

MARTINS-NETO M.A. & ALKMIM F.F. 2001. **Estratigrafia e Evolução Tectônica das Bacias Neoproterozóicas do Paleocóntinente São Francisco e suas margens: registros da quebra de Rodínea e colagem de Gondwana**. In: C.P. Pinto & M.A. Martins-Neto (eds.). *Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais*. Belo Horizonte, SBGMG, 1, p.: 31-54.

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. **Bacia do Paraná**. B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná**. Revista Brasileira de Geociências, 1998, p. 473-484.

- MORAES L.C., SEER H.J., KATTAH S.S. 1987. **Aspectos petroquímicos das rochas vulcânicas alcalinas cretácicas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana, MG.** In: Congr. Bras.Geoquim.,1, Anais, p. 315-326.
- NAVARRO, G.R.B. et al. **O Grupo Araxá na Região Sul-Sudoeste do Estado de Goiás.** Geologia USP. Série Científica, 13(2), 5-28.
- SEER, H. J.; DARDENNE, M. A. **Tectonostratigraphicterrane analysis on neoproterozoic time: the case study of the Araxá Synform, Minas Gerais, Brazil – implications to the collage of the Gondwanaland.** Revista Brasileira de Geociências, 2000.
- SEER, H. J. **Evolução tectônica dos Grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Minas Gerais.** Brasília, Tese de Doutorado, IG-UNB, 267 p, 1999.
- SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. **Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozoicas interiores.** In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.) CPRM, Brasília, 2003. p. 55-85.
- TEIXEIRA, W.; CARNEIRO, M. A. NOCE, C. M.; MACHADO, N.; SATO; TAYLOR, P. N. **Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the Southern São Francisco Craton, Brazil.** Precambrian Research, 78: 151-164, 1996.
- TEIXEIRA, W., et al. Archean and Paleoproterozoic tectonic evolution of the São Francisco Craton, Brazil. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. **Tectonic Evolution of South America.** Rio de Janeiro: SGB, 2000. p. 101-137.
- TROMPETTE, R. R. **Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma). Pan-African – Brasiliano aggregation of South America and Africa.** A. A. Balkema, Rotherdam, 350 p., 1994.
- UHLEIN A., LIMA O.N.B., FANTINEL L.M., BAPTISTA, M.C. 2004. **Estratigrafia e evolução geológica do Grupo Bambuí, Minas Gerais.** In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 42, Roteiro Geológico, Excursão 2, CD-ROM, p. 30-51.
- UHLEIN, A.; DARDENNE, M A.; SEER, H. J.; MORAES, L. C.; BAPTISTA, M. C.; NOCE, C. M.; FRAGOSO, D. G. C.; DIAS, P. H. A.; MOREIRA, G. C. **A Formação Lagoa Formosa e a estratigrafia do Grupo Bambuí em Minas Gerais.** In: XLV Congresso Brasileiro de Geologia, 2010, Belém. Anais do XLV Congresso Brasileiro de Geologia, 2010.
- UHLEIN, A. et al. Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília – setores setentrional e meridional. Geonomos, 20(2), 1-14, 2013.
- VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; SIMÕES, L.S.A.; DUARTE, B.P.; ROIG, H.L.; HEILBRON, M. 1997. Evolução estrutural do domínio externo da Faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectônica pré-brasiliana. *Rev. Bras. Geoc.* (no prelo).

6 - GEOMORFOLOGIA

6.1 - Metodologia e procedimentos técnicos operacionais

A caracterização geomorfológica das áreas de influência do empreendimento foi realizada com o objetivo de diagnosticar aspectos naturais dos terrenos (formas, feições e processos) que possam sofrer reflexos diretos e/ou indiretos das atividades e infraestruturas do empreendimento. Para tanto, foram utilizados dados primários e secundários e o seu tratamento, visando a melhor compreensão das condições naturais do relevo (formas, feições e processos) em termos de suas limitações (impactos negativos) de potencialidades (impactos positivos) relacionadas às atividades do empreendimento.

Para tanto, foram realizadas pesquisas bibliográficas em trabalhos acadêmicos, tais como: dissertações; teses e artigos científicos em periódicos; publicações técnicas; livros; mapas diversos; dentre outros. Dados primários foram produzidos ao longo da elaboração do presente diagnóstico do meio físico, principalmente em levantamento de campo. A análise e interpretação de fotografias aéreas e de mapas topográficos também se constituíram em uma ferramenta importante 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.

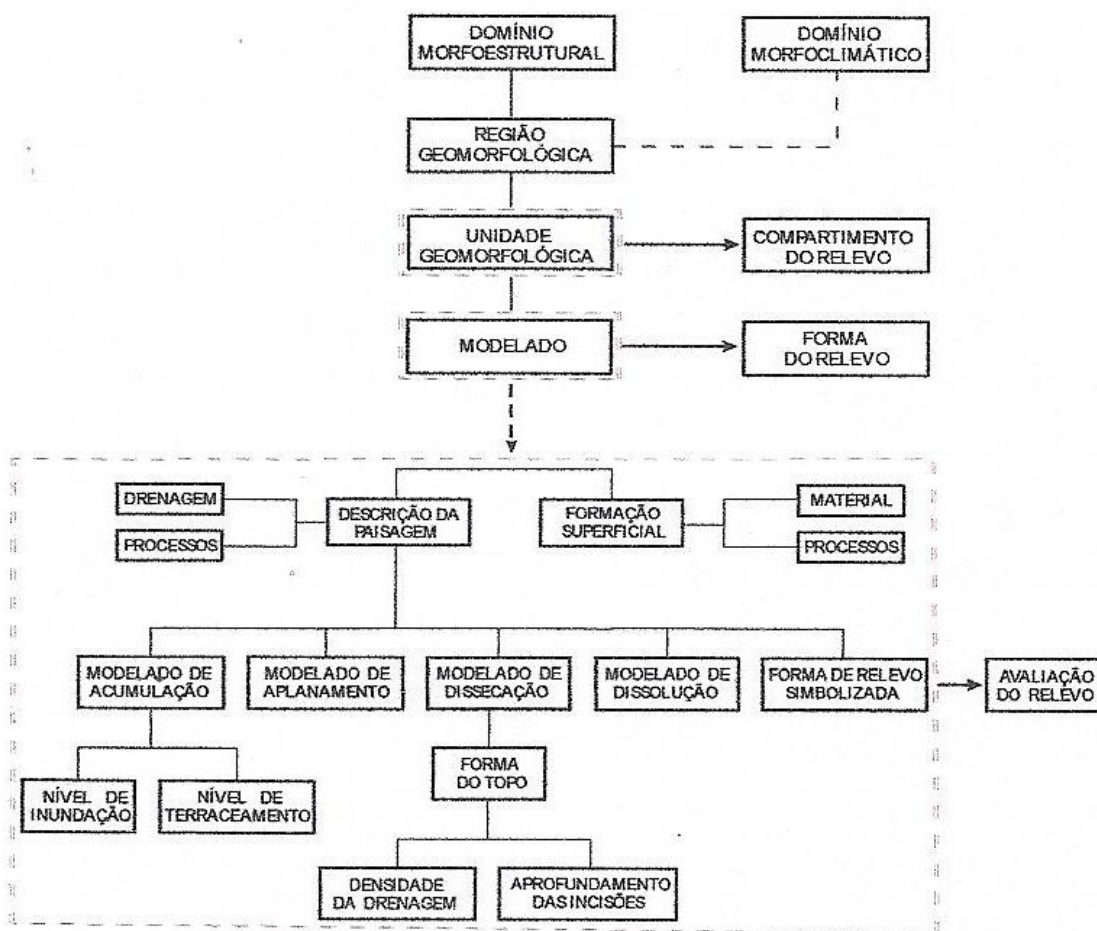
A descrição geomorfológica da AID do empreendimento seguiu a metodologia de mapeamento apresentada pelo IBGE (2009), que apresenta o seguinte princípio básico:

“A metodologia têm 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 6.1-1, a seguir, apresenta a taxonomia para mapeamento geomorfológico adotada pelo IBGE (2009).

Figura 6.1-1 – Taxonomia para mapeamento geomorfológico (IBGE, 2009).



A Tabela 6.1-1 apresenta os níveis hierárquicos da metodologia de mapeamento geomorfológico do IBGE (2009).

Tabela 6.1-1 – Descrição dos níveis hierárquicos segundo a metodologia do IBGE (2009). Fonte: IBGE 2009, modificado.

NÍVEIS HIERÁRQUICOS		CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS
	DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL	A escala de abordagem é regional e leva em consideração o arcabouço (natureza das rochas e tectônica) que, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, são responsáveis pela evolução de conjuntos de relevos com características próprias, cujas 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
	REGIÃO GEOMORFOLÓGICA	Representam compartimentos inseridos nos conjuntos litomorfoestruturais que, sob a ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns, agrupando feições semelhantes, associadas às formações superficiais e às fitofisionomias.	Chapada Diamantina Serra da Mantiqueira Serra do Espinhaço
	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	Definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. A geomorfogênese e a similitude de formas podem ser explicadas por fatores paleoclimáticos e por condicionantes litológica e estrutural. Cada unidade geomorfológica evidencia seus processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados dos demais. O comportamento da drenagem, seus padrões e anomalias são tomados como referencial à medida que revelam as relações entre os ambientes climáticos atuais ou passados e as condicionantes litológicas ou tectônicas.	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.	Modelados de acumulação: diferenciados, em função de sua gênese, em fluviais, lacustres, marinhos, lagunares, eólicos e de gêneses mistas. Modelados de aplanamento: foram identificados pela definição de sua gênese e funcionalidade, combinadas ao seu estado atual de conservação ou degradação impostas por episódios erosivos posteriores à sua elaboração. Modelados de dissolução: elaborados em rochas carbonáticas, podem ser classificados de acordo com sua evolução, identificados de acordo com o seu aspecto em superfície ou em subsuperfície. Modelados de dissecação: Ocorrem de forma mais

		generalizada na paisagem brasileira, sendo caracterizados como dissecados homogêneos, dissecados estruturais e dissecados em ravinas. Os dois primeiros são definidos pela forma dos topos e pelo aprofundamento e densidade da drenagem. As feições de topo do relevo são classificadas em: convexas (c), tabulares (t) e aguçadas (a).
--	--	--

A caracterização geomorfológica da AID/ADA do empreendimento envidou 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 à operação do empreendimento.

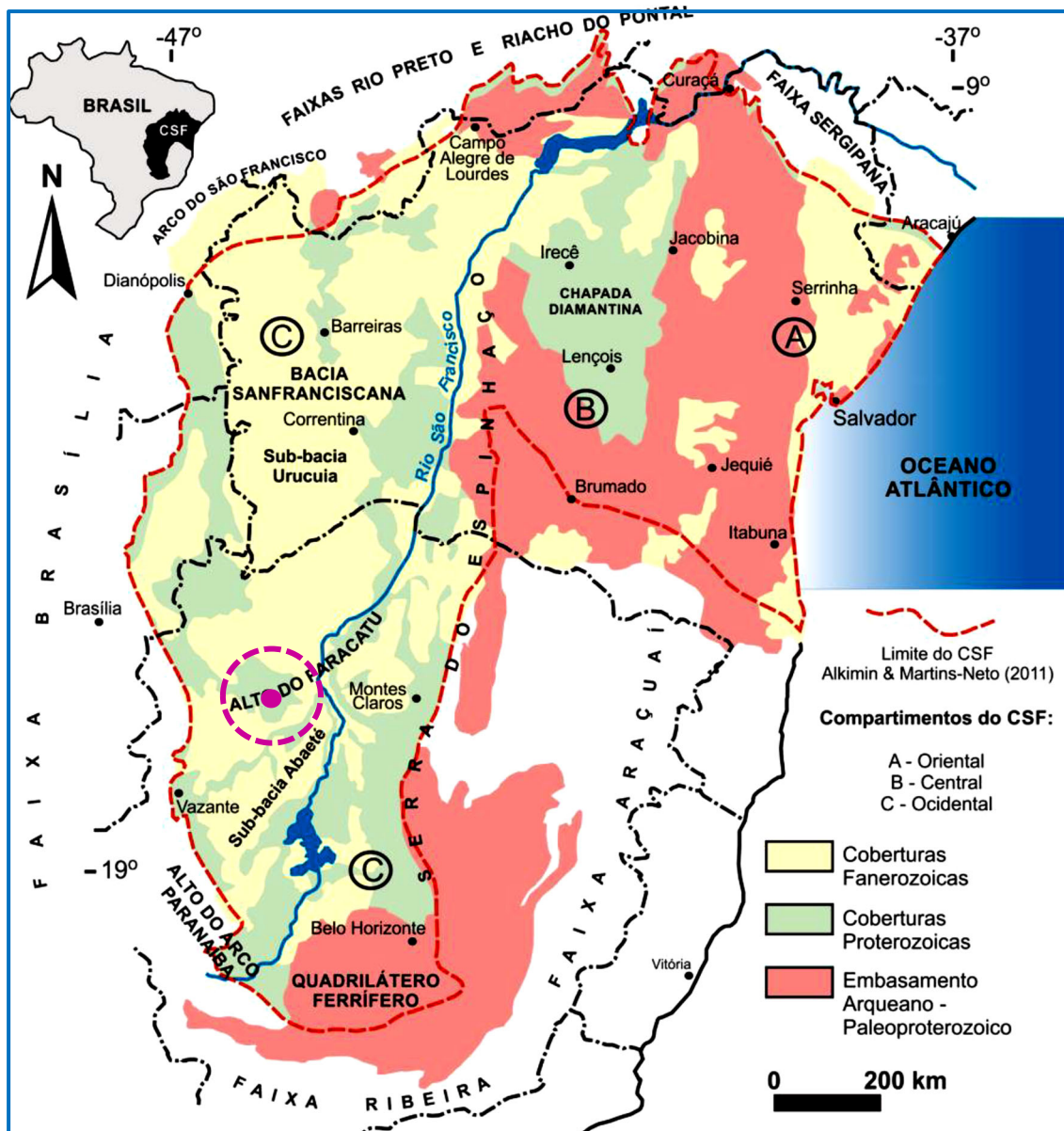
6.2 - Aspectos geológico-geomorfológicos regionais

No contexto geológico regional, o empreendimento rural em questão está localizado no domínio da grande unidade geotectônica estável desde o Arqueano denominada Cráton do São Francisco. Sobre este cráton, durante o Mesoproterozóico, se desenvolveu uma grande bacia de natureza intracratônica sobre a qual foram depositados sedimentos que compõem a bacia intracratônica do São Francisco, atribuídos ao Grupo Bambuí.

Posteriormente, durante o Fanerozóico (do Paleozóico ao Mesozóico), em discordância erosiva com as unidades sedimentares Mesoproterozóicas, depositam-se espessas camadas sedimentares atribuídas aos grupos Santa Fé, Areado, Urucuia e Mata da Corda pertencentes à Bacia Sanfranciscana. Esta fase deposicional se encerra no Cretáceo com a deposição de sedimentos detríticos e materiais vulcânicos da Formação Patos (Grupo Mata da Corda).

A Figura 6.2-1 mostra o mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (CSF), ilustrando o embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, os cinturões brasileiros, as coberturas Proterozóicas e as coberturas Fanerozóicas destacando a bacia Sanfranciscana, as sub-bacias e seus limites.

Figura 6.2-1 – Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (CSF), ilustrando o embasamento Arqueano-Paleoproterozóico, os cinturões brasileiros, as coberturas Proterozóicas e as coberturas Fanerozóicas destacando a bacia Sanfranciscana, as sub-bacias e seus limites (modificado de Alkmin e Martins Neto 2001).



De acordo com o Mapa de Unidades de Relevo do Brasil - IBGE (2006), A Fazenda Pampa está inserida na área do domínio morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, na região geomorfológica denominada Chapadas do Rio São Francisco (Figura 6.2-2).

dois ciclos de erosão: o Sulamericano, atuante no Terciário Médio e o Velhas ativo no Terciário Superior.

Novaes Pinto (1986) ao estudar a Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu, no estado de Goiás, caracterizou as superfícies de aplainamento. Segundo a autora, houve um extenso aplainamento regional sobre rochas metamórficas dos grupos Araxá, Bambuí, Canastra e Paranoá, resultado de eventos morfoclimáticos que começaram no Cretácio Superior. A referida autora identificou superfícies residuais paleogênicas, com cotas maiores que 1.100 m de altitude, com topos aplainados e bordas protegidas da erosão por quartzitos e couraças lateríticas. Níveis topográficos menos elevados, entre 1.000 m e 1.100 m de altitude, caracterizou os remanescentes dessa superfície, desenvolvidas por rochas menos resistentes ao intemperismo. Em níveis topográficos entre 800 m e 1.000 m, a autora denominou como superfície inferior, que representa as depressões com encaixe fluvial de idade pleistocênica.

6.3 - Compartimentação do relevo na AID/ADA do empreendimento

A área do empreendimento rural está inserida em duas morfoestruturas correspondentes à Bacia Sedimentar do São Francisco e a Bacia Sanfranciscana. A primeira, compreende as rochas silticas da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí); a segunda, é representada pelas rochas sedimentares das formações Patos e Capacete (Grupo Mata de Corda) e formações Três Barras e Quiricó (Grupo Areado).

A Bacia Sedimentar do São Francisco e a Bacia Sanfranciscana, na região compreendida entre Presidente Olegário e João Pinheiro, são representadas por duas unidades morfoestruturais, a saber: Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas e Crátons Neoproterozóicos.

O domínio morfoestrutural Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas é representado por planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares dispostas em estratos horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos em margens continentais e/ou interior do continente.

O domínio morfoestrutural Crátons Neoproterozóicos é constituído por planaltos residuais, chapadas, depressões interplanálticas, tendo como embasamento metamorfitos

e granitoides associados e incluindo como cobertura rochas sedimentares e Vulcano-plutônicas, deformadas ou não.

A AID e ADA do empreendimento fazem parte de dois compartimentos morfoesculturais distintos: superfície preservada e outra dissecada. O primeiro compartimento morfoestrutural é formado por superfícies tabulares (chapadas com coberturas sedimentares cenozóicas, predominantemente arenosas), delimitadas geralmente por rebordos erosivos abruptos (Fundação CETEC, 1983). O segundo compreende as áreas dissecadas e deprimidas que representam o afloramento e o piso regional do relevo, que é drenado por rios que correm em direção ao São Francisco e ao Paranaíba.

De acordo com o 4º nível taxonômico do IBGE (2009), nos limites da AID e ADA ocorrem as formas de dissecação – dissecados homogêneos, estruturais e em ravinas (morfoestrutura Crátons Neoproterozóicos), além do modelado de aplanamento (Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas) . Este último é caracterizado por relevo de superfície de topo aplanado, de extensão variável, baixa densidade de drenagem, vales amplos e eventualmente de fundo plano e recoberto por sedimentos Cenozóicos.

A Figura 6.3-1, a seguir, apresenta o mapa de unidades geomorfológicas das áreas de influência do empreendimento e a Figura 6.3-2 representa o perfil topomorfológico, segundo a seção A-B, com a delimitação dos modelados.

Figura 6.3-1 – Mapa de modelado da Área de Influência Direta do empreendimento segundo a taxonomia para mapeamento geomorfológico proposta pelo IBGE (2009).

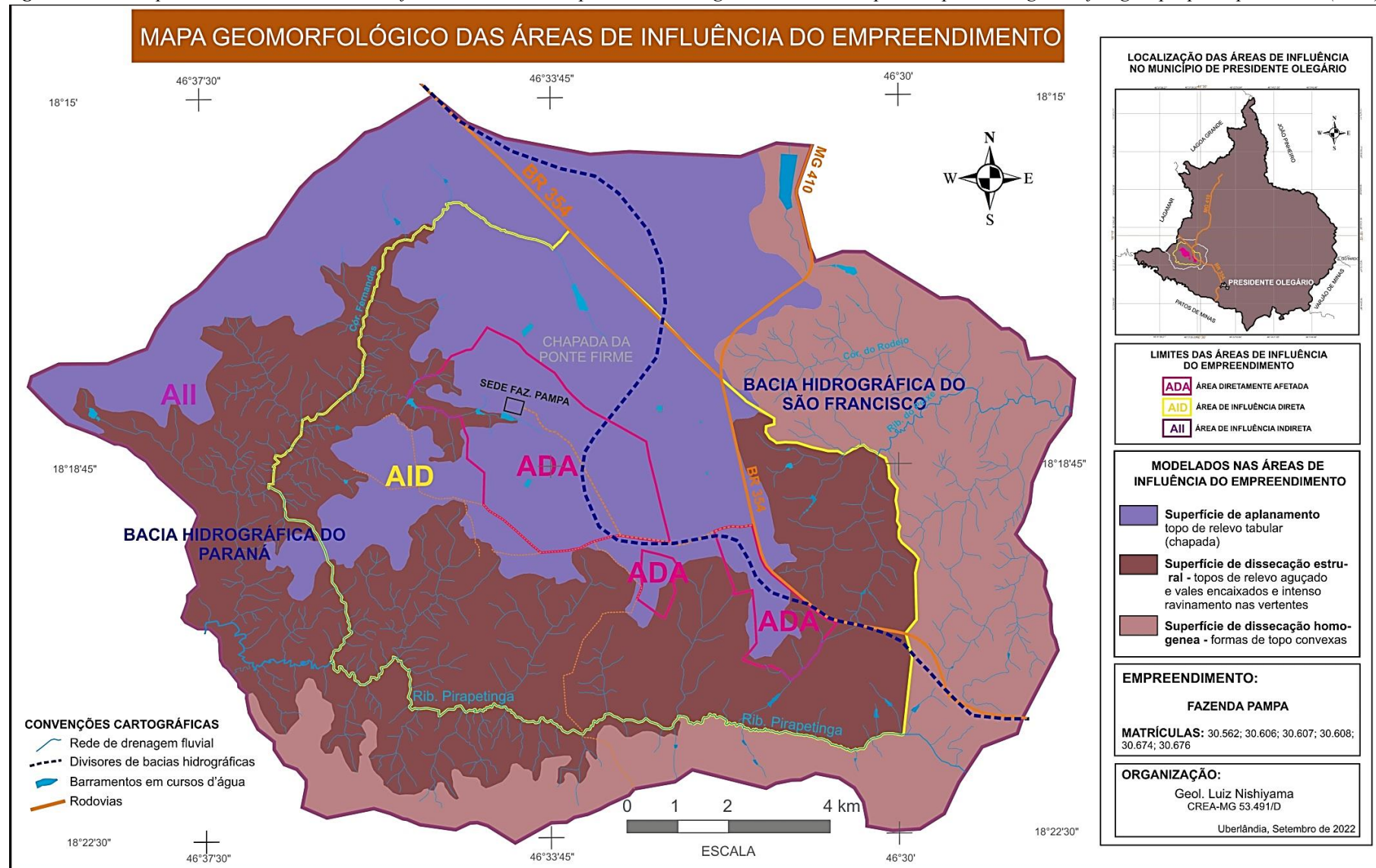
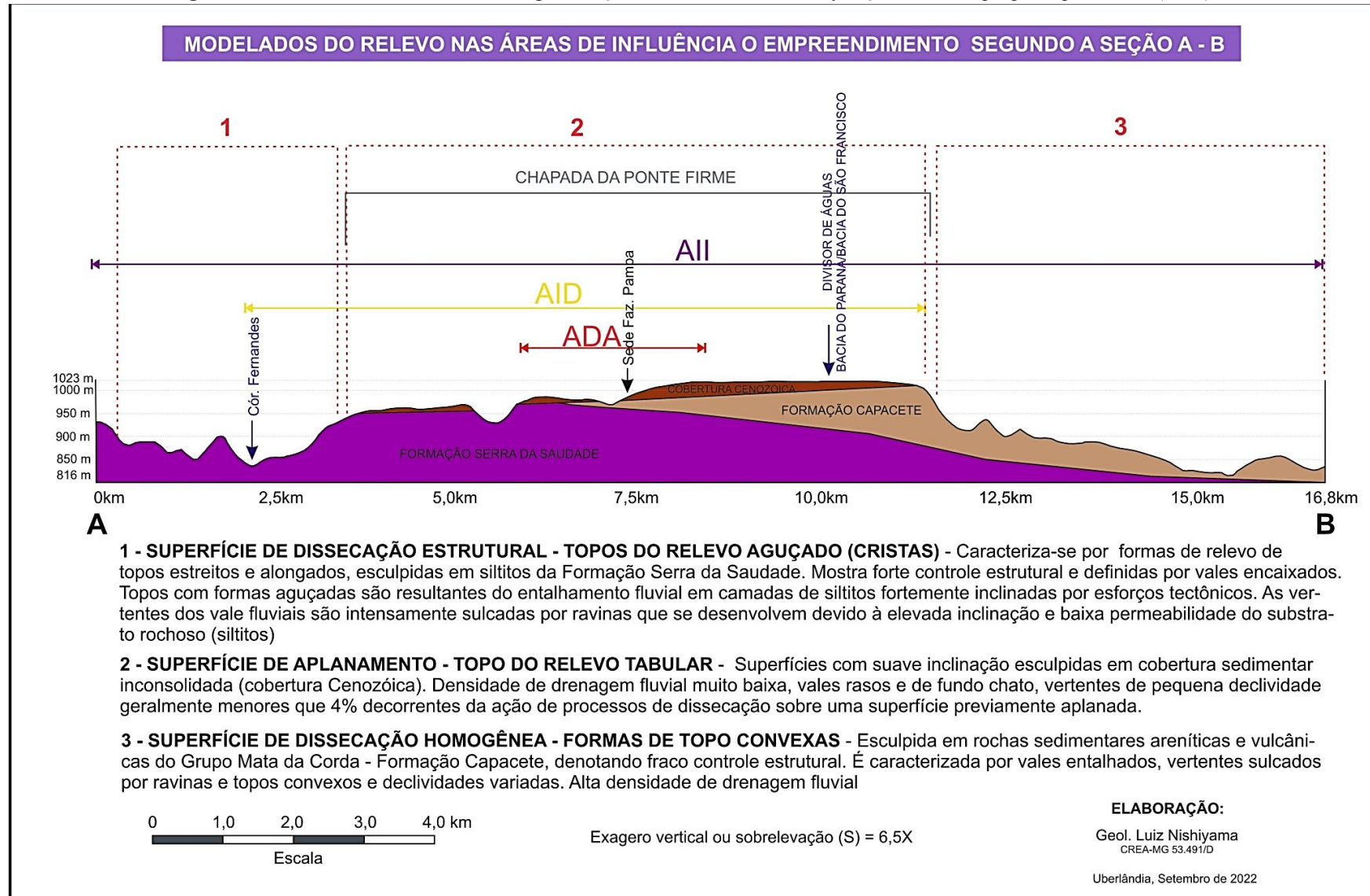


Figura 6.3-2 – Modelados do relevo ao longo da seção A-B com base na classificação de relevo proposta pelo IBGE (2009).



6.4 - Processos geodinâmicos e hidrológicos nos modelados

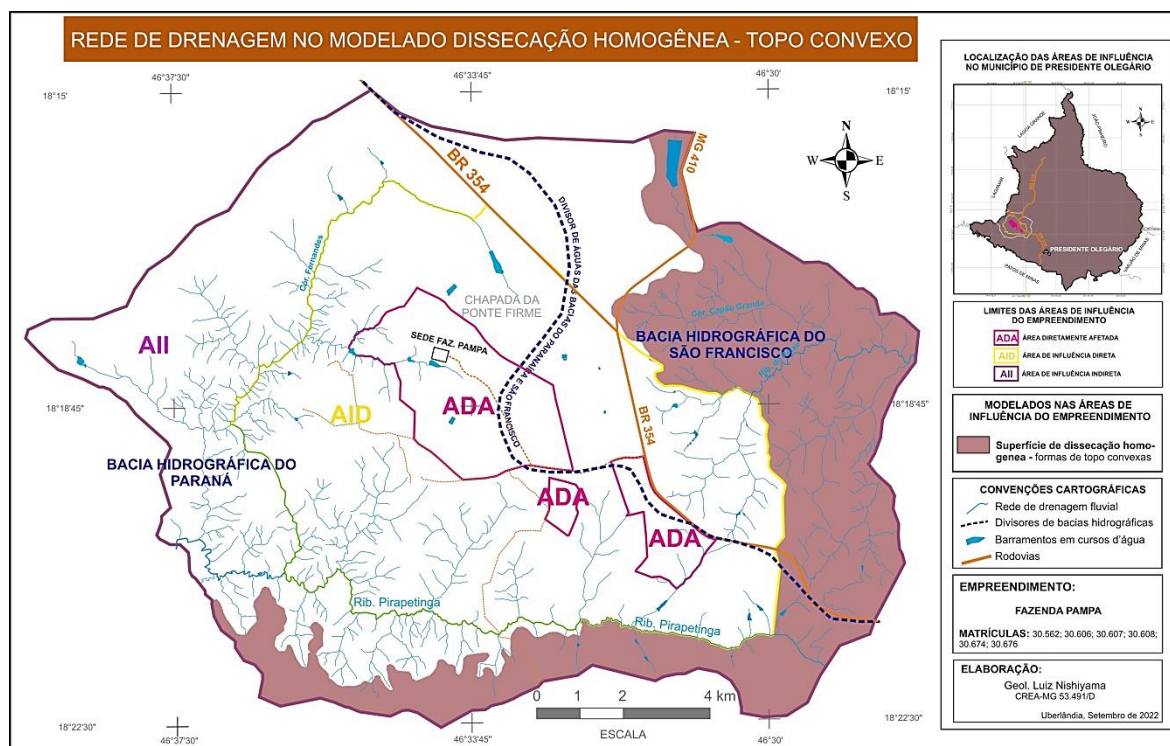
6.4.1 - Superfície de dissecação homogênea de topo convexo

No âmbito das áreas de influência do empreendimento esta forma de modelado acha-se presente na porção da bacia de alto curso do rio Paracatu, em cotas altimétricas variáveis entre 790 e 950 metros. No caso específico da AID, pode ser identificada nas bacias de alto curso dos ribeirões Pirapetinga e do Capão Grande.

Os processos morfodinâmicos ao atuarem sobre rochas sedimentares areníticas e vulcânicas da Formação Capacete - Grupo Mata da Corda produziram forte dissecação do relevo com desenvolvimento de vales pronunciados com vertentes sulcadas por ravinas e canais de 1ª ordem. Os topos dos divisores de água das bacias de 2ª ordem ou superiores são predominantemente convexos.

De um modo geral o padrão da rede de drenagem é do tipo dendrítico, porém, nas porções onde a evolução dos vales sofre algum controle estrutural, notam-se trechos retilíneos conformando um padrão sub-retangular da rede de drenagem (Figura 6.4.1-1).

Figura 6.4.1-1 – Estruturação da rede de drenagem no modelado superfície de dissecação homogênea de topo convexo. Notar que a ADA do empreendimento, assim como a maior parte da AID, não faz parte desse modelado.



O desenvolvimento de ravinas por ação das águas pluviais nas porções mais declivosas dos vales fluviais é indicativo da capacidade relativamente baixa de infiltração do manto de alteração e do substrato rochoso. Nessas condições, a velocidade de remoção tende a superar a de acumulação de materiais nas vertentes fluviais e, como consequência, é comum se observar a pequena espessura do manto de alteração, e exposição do substrato rochoso alterado. Boa parte dos canais fluviais de primeira ordem caracteriza-se como intermitente. A elevada declividade das vertentes fluviais com exposição do substrato rochoso limita ou mesmo impossibilita a ocupação do solo por atividades agrícolas (Figura 6.4.1-2).

Distintamente das porções declivosas das vertentes fluviais, as porções de topo desse modelado, em razão de sua menor declividade, os processos de evolução do relevo favorecem à acumulação de materiais da decomposição de rocha. Desse modo, nota-se um maior desenvolvimento da camada de solo, o que também favorece a infiltração e armazenamento subterrâneo de águas pluviais. Normalmente, nessas porções, os canais de primeira ordem encontram-se associadas às nascentes fluviais e são perenes. A agricultura e a pecuária ocorrem principalmente sobre estas porções.

Figura 6.4.1-2 – Modelado superfície de dissecação homogênea de topo convexo vista da vertente do alto curso do ribeirão Pirapetinga.



6.4.2 - Superfícies de dissecação estrutural – topos de relevo aguçados

Este modelado está presente principalmente na AII e AID do empreendimento associado aos siltitos da Formação Serra da Saudade - Grupo Bambuí, ocupando porções

de cotas altimétricas que variam de 815 a 900 metros no vale do Ribeirão Pirapetinga e de seu principal afluente, o córrego Fernandes.

Apesar da resistência relativamente baixa dos siltitos da Formação Serra da Saudade ao intemperismo químico e à desagregação mecânica, a forma aguçada do modelado é condicionada pela estrutura rochosa, principalmente pelos planos de acamamento que, nas áreas de influência do empreendimento, apresentam elevado ângulo de mergulho que variam entre 30° e 60°. A ação dos processos responsáveis pela elaboração do modelado, sobretudo da água pluvial nos planos de acamamento, leva à formação de uma sucessão de cristas assimétricas direcionadas pelos planos estruturais (Figuras 6.4.2-1 e 6.4.2-2).

Figura 6.4.2-1 – Siltito da Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho dos planos de acamamento.



Figura 6.4.2-2 – Superfícies de dissecação estrutural – topos de relevo aguçados.

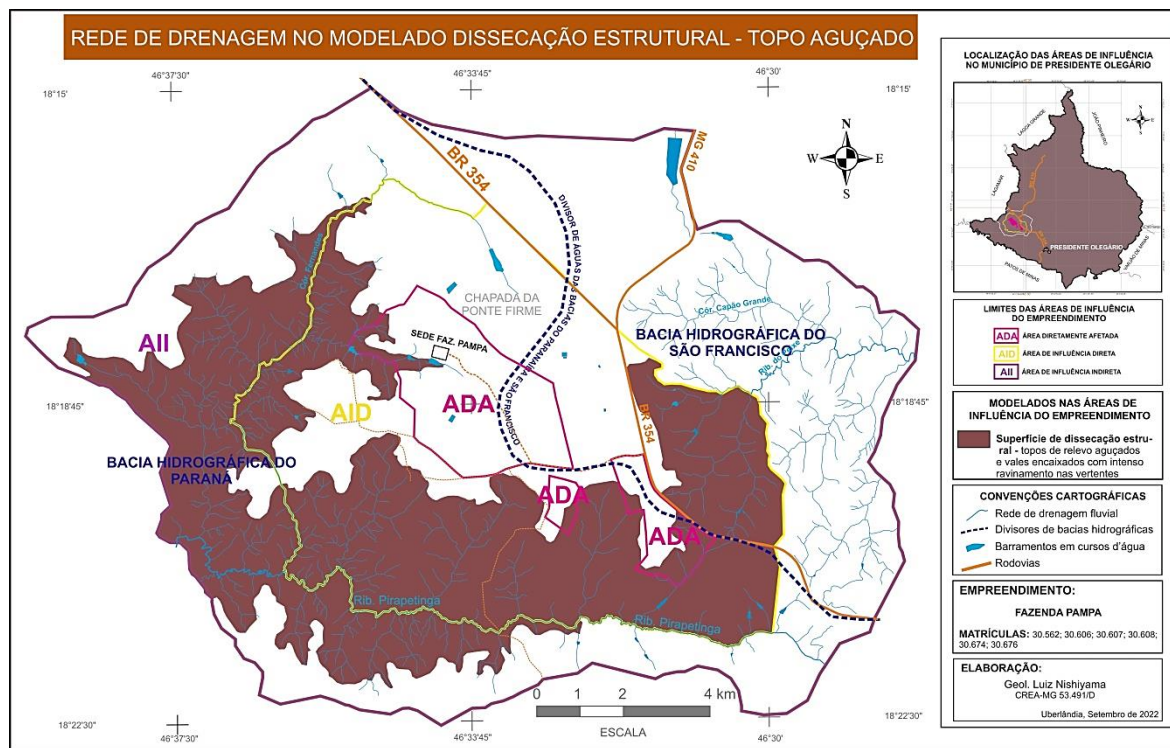


Normalmente as encostas são sulcadas por um grande número de ravinas produzidas pelo escoamento de águas pluviais sobre a superfície rochosa, o que permite inferir a baixa capacidade de infiltração (Figura 6.4.2-3). O conjunto de canais pluviais condicionados pelos planos de acamamento exibem padrão semi-retangular na face de mergulho da estrutura rochosa. No lado oposto ao do mergulho dos planos de acamamento o padrão da rede de drenagem é predominantemente dendrítico (Figura 6.4.2-4). Os canais de primeira ordem são representados por ravinas escavadas pelo escoamento pluvial.

Figura 6.4.2-3 – Intenso ravinamento nas vertentes fluviais, indicado por setas, produzido pelas águas pluviais que escoam sobre a superfície do terreno.



Figura 6.4.2-4 - Padrão de drenagem no modelado superfície de dissecação estrutural – topos de relevo aguçados nas áreas de influência do empreendimento. Notar os padrões semi-retangular e dendrítico no mesmo modelado. Atentar para o grande número de canais intermitentes nas drenagens de 1ª ordem. Apenas uma pequena porção da ADA está representada por esse modelado.



Em razão da elevada declividade da faixa correspondente ao modelado Superfícies de Dissecação Estrutural, além da exposição do substrato rochoso em sua maior parte, raramente é observada a ocupação do solo por atividades agrícolas.

6.4.3 - Superfície de aplanamento – topo de relevo tabular

Este modelado é observado na maior parte da ADA do empreendimento. Ocupa o compartimento mais elevado da área de estudo, cujas altitudes variam entre 970 e 1.030 metros, representada por uma antiga superfície aplanamento recoberta por sedimentos cenozóicos e materiais pedológicos (latossolos). Caracteriza-se como uma superfície de relevo muito suave, com inclinações que variam entre 0 e 8%, com predominância da declividade de 2% (Figura 6.4.3-1). Esta superfície foi esculpida sobre os arenitos cineríticos da Formação Capacete – Grupo Bambuí.

Figura 6.4.3-1 – Modelado Superfície de aplanamento – topo de relevo tabular.



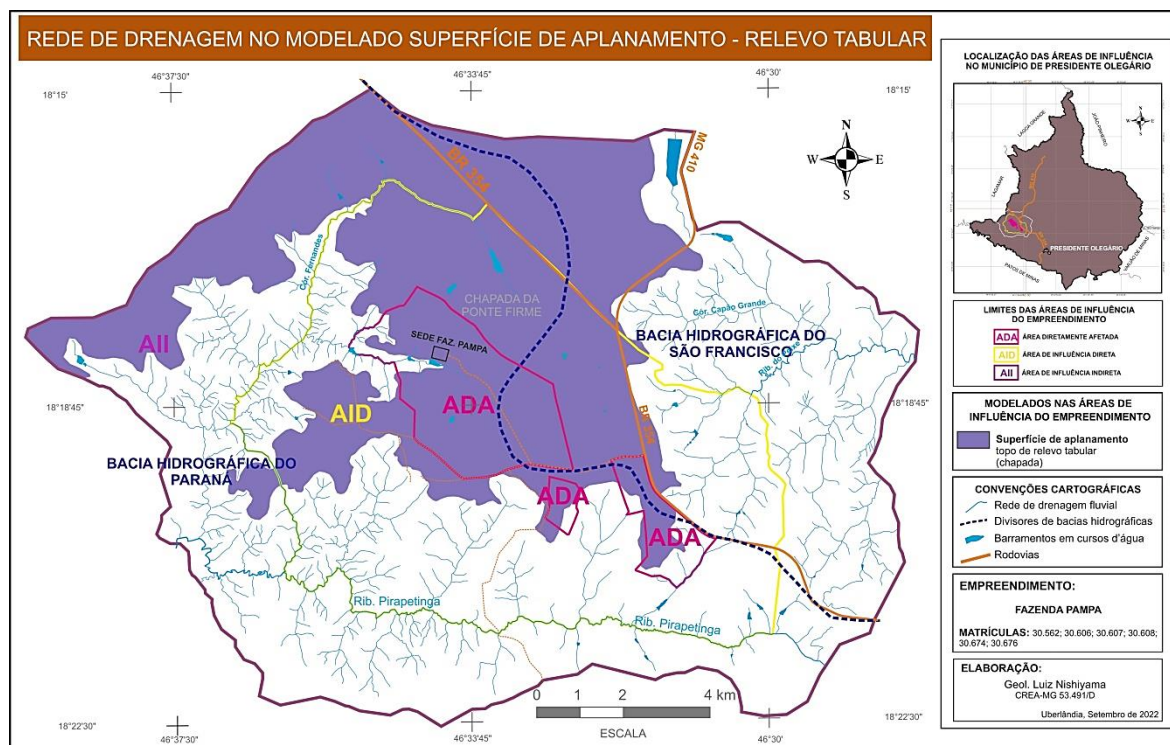
Em razão da baixa declividade e presença de materiais de cobertura porosos e permeáveis, predomina a infiltração sobre o escoamento superficial das águas pluviais. Dessa maneira, os processos geomorfodinâmicos são atenuados pelo relevo suave e materiais de cobertura.

A água de infiltração na cobertura inconsolidada permite o armazenamento subsuperficial, formando uma zona saturada acima dos arenitos cineríticos da Formação Capacete. Parte dessa água de infiltração migra para as zonas mais profundas através de descontinuidades (fraturas e planos de acamamento) dos siltitos da Formação Serra da Saudade. A maior parte transita lateralmente na camada Cenozóica e nos arenitos da Formação Capacete até atingir a borda aplanada, dando origem às inúmeras nascentes.

Esse modelado apresenta baixa a muito baixa densidade de drenagem (Figura 6.4.3-2). Tal característica atesta a elevada capacidade da cobertura de solos e sedimentos em permitir a infiltração da água da chuva. O reduzido escoamento superficial implica em baixa incidência de processos erosivos sobre a superfície deste modelado.

A ocupação pelas atividades econômicas, sobretudo a agricultura, é realizada de forma intensa nesse tipo de modelado, favorecida pelo relevo apropriado à mecanização agrícola e presença de solos espessos.

Figura 6.4.3-2 – Rede de drenagem no modelado superfície de aplanamento – topo de relevo tabular nas áreas de influência do empreendimento. Observar a baixa ou muito baixa densidade de drenagem apresentada pelo modelado. A maior parte da ADA do empreendimento se insere nessa categoria de modelado.



A Tabela 6.4.3-1, a seguir, apresenta os principais processos hidrológicos e geodinâmicos que ocorrem na AID e ADA do empreendimento:

Tabela 6.4.3-1 - Processos hidrológicos e geodinâmicos na área dos modelados da AID.

		PROCESSOS NATURAIS			
MODELADO		GEODINÂMICOS	HIDROLÓGICOS	ATIVIDADES ANTRÓPICAS	PROCESSOS ANTROPOGÊNICOS
SUPERFÍCIE DE DISSECAÇÃO HOMOGÊNEA DE TOPO CONVEXO	Vertente e fundo de vales	• Vertentes íngremes, com declividades variando entre 10 e 100%. • Velocidade de erosão > intemperismo das rochas nas vertentes fluviais: pequena espessura de solo, exposições frequentes de materiais do substrato rochoso (arenito cinerítico e rochas vulcânicas máficas – Formação Capacete).	• Escoamento superficial das águas pluviais nas vertentes fluviais devido à alta declividade em geral e baixa capacidade de infiltração da água. • Em geral não ocorre armazenamento de água no manto de alteração devido à pequena espessura. • Canais de 1ª ordem correspondem a ravinas escavadas pelo escoamento superficial. • Ocorrência de cursos d'água intermitentes na porção de encosta (canais de 1ª ordem e eventualmente os de 2ª ordem). • Dissecção intensa por canais fluviais de 1ª a 4ª ordens.	• As porções declivosas das vertentes fluviais raramente apresentam alguma forma de ocupação, sobretudo se a rocha estiver exposta. • Pecuária bovina. • APPs e reservas legais • Captações de água (barramentos e diretamente nos cursos d'água). • Vias de acesso.	• Erosão do solo nas porções mais íngremes das vertentes fluviais com desenvolvimento de feições erosivas aceleradas (sulcos e ravinas). • Intervenção de trechos da APP para construção de barramentos e captações de água nos córregos. • Erosão e transporte de materiais erodidos nas vias de acesso. • Assoreamento de cursos d'água por deposição de materiais erodidos das vertentes. • Perda da qualidade da água por aumento da turbidez nos cursos d'água.

	Topo	• Os topos possuem declividades moderadas a baixa, em geral menores que 8%. • Velocidade de erosão < intemperismo nos topos convexos do modelado: espessura maior do regolito.	• Infiltração > escoamento superficial • Baixa densidade de drenagem • Armazenamento de água no regolito. • Recarga da zona saturada freática e profunda	• Nos topos relativamente planos desenvolvem-se atividades agrícolas (perenes e temporárias), silvicultura e criação de gado. • Edificações em geral • Captação de água através de poços tubulares • Vias de acesso	• Erosão do solo por escoamento laminar e em sulcos. • Percolação de insumos agrícolas e efluentes diversos devido à elevada permeabilidade da camada de solo. • Origem de sedimentos provenientes das áreas ocupadas e afetadas pela erosão. • Aumento da carga sedimentar nos cursos d'água. • Perda da qualidade da água por aumento da turbidez nos cursos d'água.
--	------	--	--	--	--

SUPERFÍCIES DE DISSECAÇÃO ESTRUTURAL – TOPOS DE RELEVO AGUÇADOS	Vertente e fundo de vales	- Baixa resistência mecânica e ao intemperismo dos siltitos da Formação Serra da Saudade. - Vertentes íngremes, com declividades entre 20 e 100%. - Predomínio de transporte pluvial e, secundariamente, gravitativos (força da gravidade). - Velocidade de erosão > intemperismo das rochas nas vertentes fluviais: pequena espessura do regolito normalmente formado por fragmentos de rocha. Exposição de rocha nas porções mais íngremes (siltitos). - Na base das encostas íngremes pode ser observado depósitos gravitativos em forma de colúvio e tálus. - Canais fluviais com controle estrutural principalmente em razão da forte inclinação dos planos de acamamento.	- Predomina o escoamento superficial das águas pluviais nas vertentes fluviais devido à elevada declividade e baixa capacidade de infiltração da água - Pode ser considerado nulo o armazenamento de água no manto de alteração. - A percolação profunda nos fundos de vales ocorre através de fraturas e dos planos de acamamento. - Em geral os canais de 1ª ordem correspondem a ravinas escavadas pelo escoamento superficial - Ocorrência de grande número de cursos d'água intermitentes, principalmente os canais de 1ª ordem e eventualmente os de 2ª ordem).	- Esta porção do modelado não é utilizada por atividades agrícolas - Predomínio da pecuária bovina. - Reservas legais e APPs - Vias de acesso	- Intensa erosão das encostas dos vales fluviais por escoamento concentrado das águas pluviais. - Intenso desenvolvimento de ravinas e sulcos. - Não foram observadas voçorocas em razão da pequena espessura do manto de alteração. - Erosão e transporte de materiais ao longo das vias de acesso, especialmente nos trechos de maior declividade. - Grande aporte de carga sedimentar oriunda das erosões, sobretudo das áreas ocupadas pela pecuária. - Aumento da turbidez nos cursos d'água.
	Topo	- Topos aguçados em razão do elevado mergulho dos planos de acamamento dos siltitos, em geral com declividade elevada. - Velocidade de erosão > intemperismo das rochas: pequena espessura do regolito normalmente formado de fragmentos de rocha. Exposição de rocha nas porções mais íngremes (siltitos).	- Predomina o escoamento superficial das águas pluviais mesmo nas porções de topo devido a baixa capacidade de infiltração da água. - Pode ser considerado nulo o armazenamento de água no manto de alteração. - Reduzida percolação profunda ocorre através de fraturas e dos planos de acamamento.	- Esta porção do modelado é pouco utilizada por atividades agrícolas. - Predomina a criação de gado bovino. - Vias de acesso.	- Intensa erosão do solo onde ocorre a criação de gado. - Erosão e transporte de materiais ao longo das vias de acesso, especialmente nos trechos de maior declividade. - Aumento da carga sedimentar nos cursos d'água. - Aumento da turbidez nos cursos d'água.

SUPERFÍCIE DE APLANAMENTO – TOPO DE RELEVO TABULAR (CHAPADA)	TOPO	• Superfície com declividade muito baixa predominando valores < 4% • Processos de acumulação (intemperismo) supera os processos de remoção (erosão) • Cobertura representada por sedimentos cenozóicos e solo (latossolo).	• Infiltração > escoamento superficial. • Dentre os processos erosivos observa-se o predomínio de escoamento superficial laminar das águas pluviais devido à baixa declividade. • Baixa densidade de canais de drenagem. • Armazenamento de água no regolito na faixa saturada freática. • Área de recarga de aquífero.	• Desenvolvem-se intensas atividades agrícolas perenes (cafeicultura) e temporárias (grãos) e, mais raramente, criação de gado. • Edificações em geral (sedes de fazendas, galpões, terreiros para secagem de grãos de café, tanques de efluentes de processamento do café, alojamentos, fossas sépticas, dentre outras. • Captação de água subterrânea através de poços tubulares. • Tanques escavados (piscinões) para armazenamento de água utilizada na irrigação. • Irrigação com uso de pivôs-centrais. • Vias de acesso.	• Erosão laminar em áreas agrícolas. • Alteração na qualidade da água subterrânea por percolação de efluentes em áreas de cultivo. • Alteração na qualidade do ar por emissão de particulados (poeira) nos períodos de preparação do solo para plantio e colheita de grãos e do café. • Aumento do nível de ruídos nos períodos de preparação do solo e de colheita.
--	--------------------	---	--	--	---

6.5 - Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013.

ALMEIDA, F. F. A.; HASUI, Y; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction . *Earth-Sci.Rev.*, 17 :1 – 29, 1981.

BATEZELLI, A. Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes.

BROD, J. A., LEONARDOS, O. H., MENESES, P. R., ALMEIDA, R., ARAÚJO, R. N. J., BLANCO, S. B., SANTOS, P. C. V., 1991. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. *Simpósio de Geologia do Centro-Oeste*, 3, 155-168.

EMBRAPA Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, escala 1:100.000. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013 60p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Mapa de unidades do relevo do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE 2006. 2ª Ed.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Manual técnico de Geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e estudos Ambientais – 2ª Ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 189p.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Evolução geomorfológica do Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004b. p. 57.

NOVAES PINTO, M. Superfícies de aplainamento na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal/Goiás. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 237-257, 1986.

PIMENTEL M.M. and Fuck R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20(4),375-379.

SEER, H.J. Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá. Araxá, Minas Gerais. Instituto de Geociências Universidade de Brasília, Brasília: 1999 Tese de Doutorado, 267p.

TEIXEIRA, N., 1996. Assoalho Oceânico no complexo Ultramáfico do quatipuru (PA). Implicações tectônicas para a Faixa Móvel Araguaia: in. In *Congresso Brasileiro de Geologia* (Vol. 39, pp. 117-120).

7 - GEOTECNIA

7.1 - Introdução

Quanto à natureza dos materiais inconsolidados, unidades geotécnicas podem ser de dois tipos: aquele que não sofreu qualquer tipo de transporte posterior à decomposição intempérica da rocha matriz, é denominado *residual*; ou 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 os 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 evoluídos; de outro, em situações em que a superfície topográfica se apresenta mais inclinada, 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, bem como o grau de evolução intempérica.

Ao serem submetidos aos diferentes ambientes da superfície da Terra, os materiais inconsolidados desenvolvem distintas características mecânicas, químicas e mineralógicas. O discernimento destas características constitui um preceito fundamental para projetos de engenharia, agronomia e geologia, de acordo com as especificidades de cada área do conhecimento. Em termos ambientais, o conhecimento acerca dos materiais inconsolidados é imprescindível à avaliação, prevenção e mitigação dos impactos ambientais e de riscos geológico-geotécnicos.

O presente estudo geotécnico foi realizado com o objetivo de apresentar os atributos e as propriedades geotécnicas dos materiais inconsolidados presentes nas áreas de influência das atividades desenvolvidas na Fazenda Pampa, sobretudo na ADA. As informações geotécnicas são necessárias à elaboração de estudos e projetos voltados à

identificação e prevenção de riscos geológico-geotécnicos e ambientais, e à mitigação de impactos ambientais decorrentes das atividades do empreendimento. Nesse sentido, o conhecimento geotécnico, em especial da ADA, deve privilegiar essas duas vertentes.

Objetivamente, a investigação geotécnica pode fornecer importantes informações relativas aos solos locais, visando o entendimento de seu comportamento mecânico natural e/ou induzido pela ação humana quando do seu uso e ocupação. Sendo as atividades predominantemente agrícolas na área da Fazenda Pampa, estas representam o foco principal da avaliação geotécnica da ADA. Desse modo privilegiaram-se a susceptibilidade à erosão dos solos, o comportamento mecânico quando utilizados para obras civis e a influência na qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

7.2 - Contexto geotécnico regional

A região onde se inserem as áreas de influência do empreendimento é abrangida por duas grandes unidades geológicas: as bacias sedimentares do São Francisco e a Sanfranciscana.

A Bacia do São Francisco é representada nas áreas de influência do empreendimento por litologias sedimentares psamíticas do Grupo Areado e silticas do Grupo Bambuí, enquanto que a Bacia Sanfranciscana por litologias areníticas e vulcânicas do Grupo Mata da Corda.

As áreas de influência direta e diretamente afetada delimitadas para a Fazenda Pampa são abrangidas por uma superfície elevada e aplanada remanescente desde o final da sedimentação do Grupo Mata da Corda (Formação Capacete), denominada Chapadão da Ponte Firme. Nesta porção elevada e de relevo aplanado as litologias sedimentares encontram-se recobertas, em sua grande parte, por uma cobertura sedimentar inconsolidada mais recente cuja idade atribuída é Terciário-Quaternária. Os raros vales fluviais profundamente entalhados quebram a monotonia do relevo de chapada, onde se encontram expostas as litologias sedimentares subjacentes.

Dada à sua natureza sedimentar e os processos geológicos que atuaram ao longo do tempo geológico, as rochas exibem, de uma maneira geral, características de baixa a média resistência mecânica. Os planos de acamamento representam as principais

estruturas primárias, enquanto que as dobras, falhas, juntas e diáclases representam as estruturas secundárias.

Também, em decorrência da natureza sedimentar das litologias presentes nas áreas de influência da Fazenda Pampa, estas apresentam resistência relativamente baixa ao intemperismo químico.

A ação dos processos intempéricos e geomorfodinâmicos sobre os siltitos, arenitos, arenitos cineríticos e vulcânicas máficas deu origem aos materiais inconsolidados dos tipos residuais e transportados nas áreas de influência do empreendimento ou então, na sua ausência, a exposição direta do substrato rochoso.

As declividades acentuadas são observadas nas porções de ocorrência de siltitos em razão dos elevados ângulos de mergulho dos planos de acamamento e maior resistência destas litologias aos agentes físicos e químicos de degradação. O elevado ângulo de mergulho dos planos de acamamento condiciona o escoamento das águas pluviais e provoca uma incisão profunda ao longo desses planos (Figura 7.2-1). Nesse caso os processos de acumulação de materiais são suplantados pelos de remoção (erosão e transporte).

Figura 7.2-1 – Planos de acamamento em siltitos da Formação Serra da Saudade. Atentar para o ângulo de mergulho desta estrutura rochosa.



Nas porções menos íngremes, onde a estrutura rochosa tende a horizontalidade, os processos erosivos são menos atuantes. Nesse caso é possível observar alguma cobertura detrítica formada predominantemente de fragmentos milimétricos a

centimétricos de quartzito. Já, nas superfícies mais inclinadas o substrato rochoso aflora (Figuras 7.2-2 e 7.2-3).

Figura 7.2-2 – A influência da estrutura rochosa nos processos de remoção e acumulação de materiais inconsolidados.

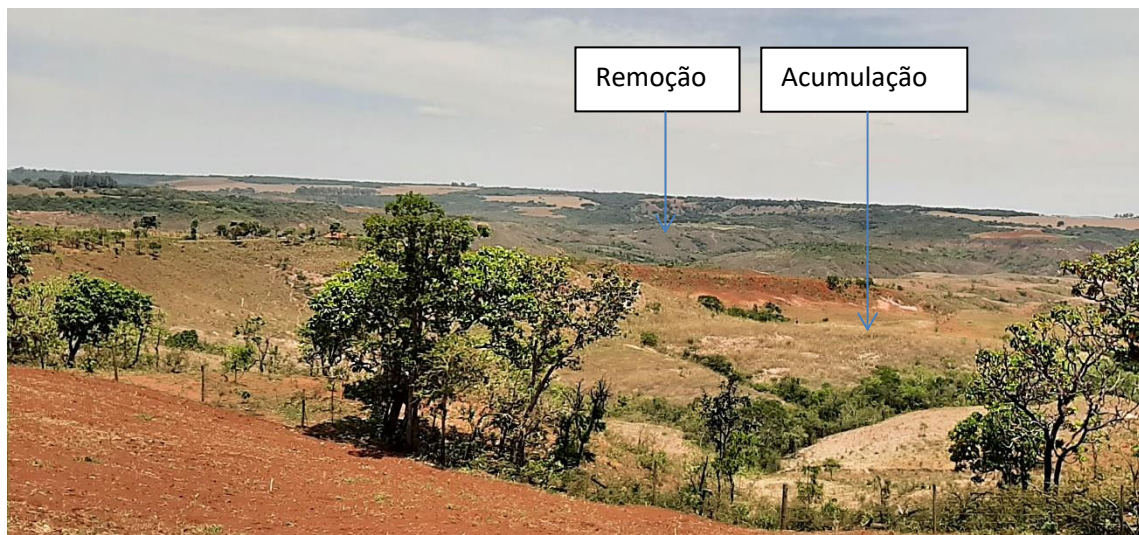


Figura 7.2-3 - A influência da estrutura rochosa nos processos de remoção e acumulação de materiais inconsolidados.



Dependendo do estágio de alteração intempérica ou cimentação das rochas dos grupos Bambuí e Mata da Corda presentes na região, estas podem ser classificadas quanto ao grau de coerência segundo ABGE (1983), nas seguintes classes conforme apresentados na Tabela 7.2-1, a seguir:

Tabela 7.2-1 – Graus de Coerência de rochas. Fonte: ABGE (1983).

Sigla	Rocha	Característica	Resistência a compressão uniaxial (Mpa)*	
C5	Extremamente Branda	Marcada pela unha	R₀	0,25 – 1,0
	Muito Branda	Esmigalha-se sob impacto da ponta do martelo de geólogo; pode ser raspada por canivete.	R₁	1,0 – 5,0
C4	Branda	Pode ser raspada por canivete com dificuldade; marcada por firme pancada com ponta de martelo de geólogo.	R₂	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.	R₃	25,0 – 50,0
C2	Resistente	Amostras requerem mais de um golpe de martelo para fraturarem-se	R₄	50,0 – 100,0
C1	Muito Resistente	Amostras requerem muitos golpes de martelo para fraturarem-se	R₅	100,0 – 250,0
	Extremamente Resistente	Amostras podem ser apenas lascadas com martelo de geólogo	R₆	>250,0

(*) 1,0 Mpa = 10,0 kgf/cm²

Mesmo quando pouco alterados, os siltitos do Grupo Bambuí apresentam grau de coerência C5 (extremamente branda a muito branda). Quanto à resistência à compressão simples se situa entre 0,25 e 5,0 Mpa (Figura 7.2-4).

Figura 7.2-4 – Siltitos da Formação Serra da Saudade (grupo Bambuí) fotografado em local de exposição recente. Atentar para os planos de acamamento com elevado ângulo de mergulho.



O fator que mais influencia a resistência mecânica dos siltitos é o grau de intemperismo. A ação dos agentes do intemperismo, tanto físico quanto químico, pode resultar na desagregação ou decomposição da rocha (Figura 7.2-5).

Figura 7.2-5 – Siltitos Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí) evidenciando o processo de desagregação mecânica. A ação mecânica de expansão e contração por umedecimento e ressecamento, causa a desagregação em forma de pastilhas (slacking).



Em geral os arenitos cineríticos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda) podem apresentar maior resistência mecânica que os siltitos da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí) devido ao maior grau de cimentação. Por essa razão, podem apresentar graus de coerência, segundo ABGE (1983), variável entre C5 (muito branda) a C4 (branda). A resistência à compressão simples está compreendida entre 5,0 e 25,0 Mpa, dependendo da orientação do esforço aplicado em relação ao plano de acamamento.

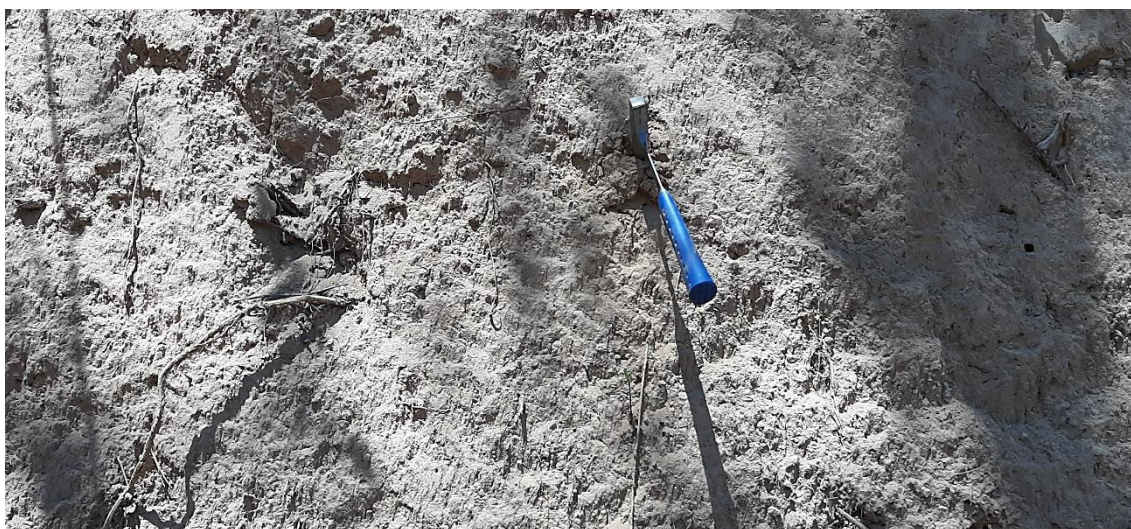
Com a evolução do intemperismo sobre os arenitos, estes exibem colorações mais amareladas, passando à avermelhada, às vezes, mosqueadas em tons arroxeados e esbranquiçados, dependendo do grau de decomposição da rocha. Quando estes atingem um grau de intemperismo mais avançado, os materiais resultantes podem ser classificados como C5 - muito branda (esmigalha-se sob impacto da ponta do martelo de geólogo; pode ser raspada por canivete.), conforme ilustrado na Figura 7.2-6.

Figura 7.2-6 – Bloco de arenito cinerítico da Formação Capacete já em avançado estágio de decomposição.



Além desse ponto, a decomposição de arenitos cineríticos dá origem a materiais inconsolidados destituídos de qualquer resistência mecânica (Figura 7.2-7).

Figura 7.2-7 – Materiais inconsolidados derivados de arenitos cineríticos da Formação Capacete.



A coloração dos materiais inconsolidados geralmente é determinada pela sua composição mineralógica. Assim, a coloração vermelha está associada à presença de óxido de ferro anidro em perfis de boa drenagem (materiais mais permeáveis). O principal mineral que determina essa coloração é a hematita, mesmo que em baixa concentração. Por sua vez, solos que ostentam coloração amarelada ou ocre indicam a interferência da água para dar origem aos hidróxidos de ferro e alumínio comuns em ambiente em que ocorre a saturação hídrica temporária em solo com drenagem deficiente.

Uma espessa cobertura inconsolidada reveste as superfícies aplainadas do Chapadão da Ponte Firme. Caracteriza-se por apresentar uma textura argilo-arenosa a areno-argilosa contendo abundantes concreções limoníticas milimétricas, mais raramente centimétricas, especialmente nos primeiros metros do perfil. Os materiais assim caracterizados são geneticamente relacionados à cobertura Cenozóica pós-Cretácica, podendo atingir espessura da ordem de 08 (oito) metros (Figura 7.2-8).

Figura 7.2-8 – Vista do relevo de parte do Chapadão da Ponte Firme na ADA do empreendimento Fazenda Pampa.



De uma maneira geral os materiais inconsolidados de cobertura da mencionada chapada ostentam elevada porosidade devido ao desenvolvimento de grande quantidade de macroporos, sobretudo na porção superior do perfil (Figura 7.2-9). A estrutura porosa resultou 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, o que resulta na formação de um esqueleto mineral estável constituído predominantemente por grãos de argila (agregados).

Figura 7.2-9 – Material inconsolidado argilo-arenoso do Chapadão da Ponte Firme derivado de sedimentos Cenozóicos.



Apesar da estabilidade desses agregados na natureza, em condições de sobrecarga (edificação) ou de intenso manuseio com equipamentos de compactação ou agrícolas ou, ainda, 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, aterros, 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 a chapada da Ponte Firme uma importante área de recarga de aquífero.

Localmente, o lençol freático raso é outro fator que influi nas características mecânicas e mineralógicas dos materiais inconsolidados. Em condição de saturação hídrica permanente ou intermitente estes evoluem mediante processos físico-químicos desencadeados pela ação de água (hidromorfia). Também não se pode desprezar a influência da matéria orgânica na sua evolução. Nesse ambiente ocorre a redução do ferro, passando de Fe^{+3} para o Fe^{+2} (do estado férrico para ferroso), resultando na

coloração acinzentada do solo, o que indica a ausência do ferro no estado oxidado (Fe^{+3}), podendo ocorrer, ou não, a presença do ferro reduzido (Fe^{+2}) (RESENDE et al, 2002). Materiais inconsolidados que exibem tais características são comuns nas porções de nascentes, nos fundos de vales fluviais e nas porções deprimidas do Chapadão da Ponte Firme onde o lençol freático se encontra muito raso ou exposto.

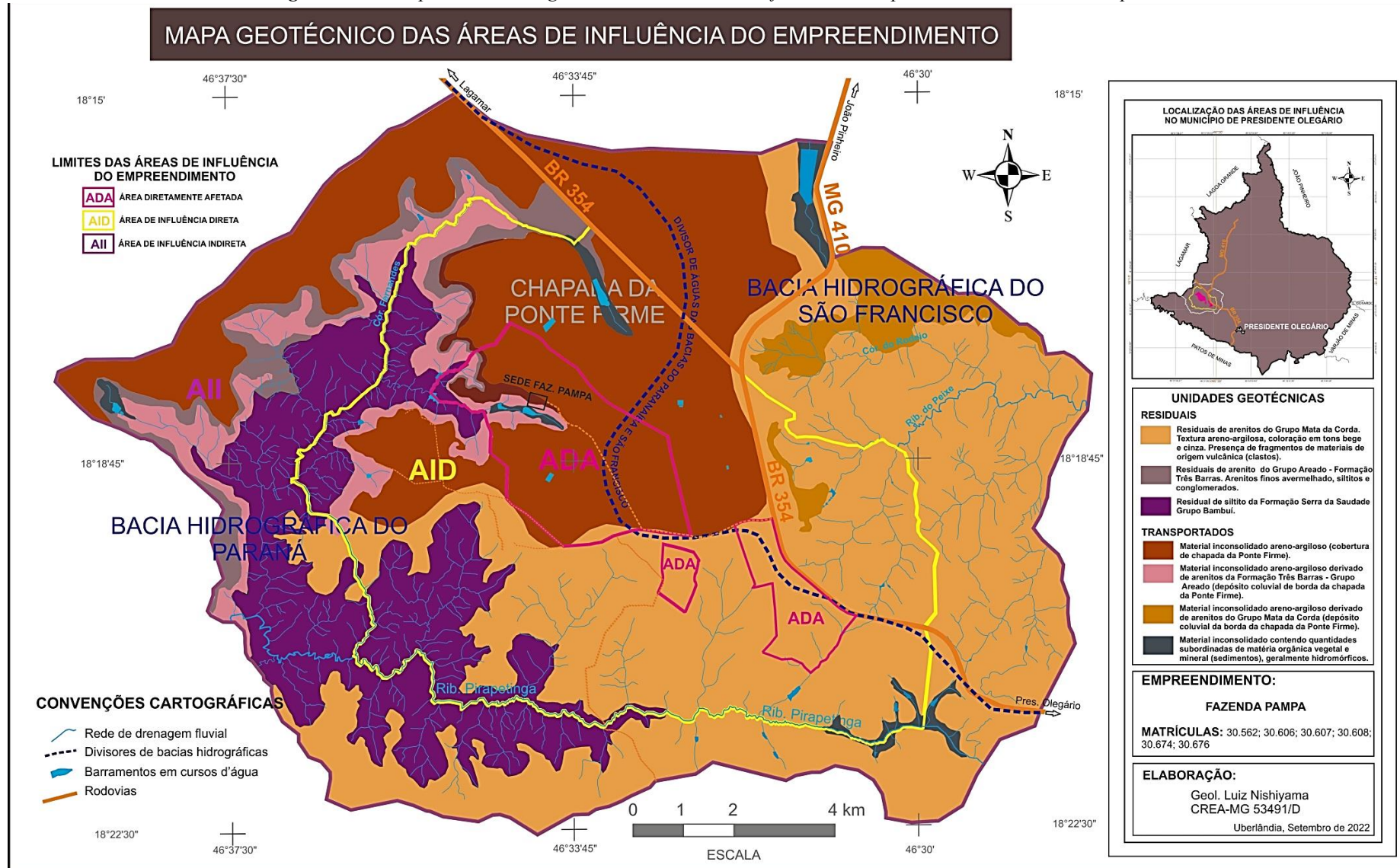
7.3 - Caracterização geotécnica da AID e ADA do empreendimento

Grande parte da ADA e cerca de 40% da AID do empreendimento estão localizados na porção de abrangência da cobertura detrítica Cenozóica.

Uma pequena parcela da ADA faz parte das áreas de exposição de siltitos da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí) e de arenitos da Formação Três Barras (Grupo Areado), enquanto que a maior parte da AID se encontra no domínio da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda) e, em menor extensão, no domínio da Formação Serra da Saudade.

Associados a esses tipos litológicos foram identificados três tipos residuais (derivados de arenitos da Formação Capacete, siltitos da Formação Serra da Saudade e arenitos da Formação Três Barras) e quatro tipos transportados (derivado da cobertura Cenozóica; arenito Três Barras; arenitos cineríticos da Formação Capacete e hidromórficos), conforme se encontram representados no mapa geotécnico da Figura 7.3-1.

Figura 7.3-1 - Mapa de unidades geotécnicas das áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa.



7.3.1 - Materiais Inconsolidados Residuais

- Residuais de arenitos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda)

Materiais residuais derivados de arenitos cineríticos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda) ocorrem nas porções centro-sul e centro-leste da AID e sudeste da ADA, nos vales do ribeirão Pirapetinga e do ribeirão do Peixe. São constituídos predominantemente por areias argilosas em áreas de exposição de arenitos. Dada a sua composição predominantemente arenosa, os residuais desta unidade geológica apresentam-se porosos e permeáveis. Sobre superfícies mais planas formam perfis com mais de 2 metros de espessura, porém, predominam valores inferiores a 1,5 metro. (Figuras 7.3.1-1 e 7.3.1-2).

Figura 7.3.1-1 – Cobertura residual derivada de arenitos cineríticos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).



Figura 7.3.1-2 – Material inconsolidado residual de arenito cinerítico da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).



- Residual da Formação Três Barras (Grupo Areado);

Materiais inconsolidados dessa natureza, na ADA e AID do empreendimento, estão presentes nas áreas de exposição de arenitos da Formação Três Barras em uma estreita faixa que contorna a borda do Chapadão da Ponte Firme. Também, na porção de alta vertente do vale do córrego Fernandes e de seu principal afluente que drena a ADA da Fazenda Pampa.

A área de ocorrência destes residuais faz parte da borda do Chapadão da Ponte Firme. Por essa razão estes residuais raramente são utilizados para atividades agrícolas dada a elevada declividade. Em geral apresentam espessuras relativamente pequenas, variáveis entre 1,0 e 2,5 metros, recobrimdo os arenitos (Figura 7.3.1-3). São constituídos predominantemente de fração areia e, subordinadamente, de frações silte e argila, característica que implica em baixa resistência à erosão pelas águas pluviais.

Figura 7.3.1-3 – Material inconsolidado residual arenoso derivados de arenitos da Formação Três Barras (Grupo Abaeté) na AID do empreendimento.



- Residuais de siltitos da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí)

Residuais de siltitos da Formação Serra da Saudade estão presentes nas áreas de exposição dessa unidade geológica no vale do ribeirão Pirapetinga e de seu afluente, o córrego Fernandes.

Esses residuais apresentam pequena espessura, em geral não ultrapassando o limite de 2 metros. Caracterizam-se por apresentar, além de materiais compostos de fração silte, grande quantidade de fragmentos planares de siltito de dimensões milimétricas a centimétricas, conforme pode ilustrado na Figura 7.3.1-4.

Figura 7.3.1-4 - Material inconsolidado residual derivados de siltitos da Formação Serra da Saudade na ADA do empreendimento. Atentar para grande quantidade de fragmentos de siltito em vias de alteração intempérica associada a material fino siltoso.



7.3.2 - Materiais inconsolidados transportados

- Transportados areno-argilosos a argilo-arenosos de cobertura do chapadão da Ponte Firme

Materiais inconsolidados caracterizados como transportados de cobertura do Chapadão da Ponte Firme estão presentes tanto na AID quanto na ADA do empreendimento ocupando as porções mais elevadas do relevo regional em cotas altimétricas variáveis entre 900 e 1026 metros, sobrepostos aos siltitos da Formação Serra da Saudade ou arenitos cineríticos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda). A declividade máxima da unidade gira em torno de 8% e a média de 4%.

Canais de drenagem na área de ocorrência dessa cobertura inconsolidada são muito espaçados, o que sugere elevada permeabilidade da unidade geotécnica. Desse modo, as nascentes existentes estão posicionadas na borda do Chapadão da Ponte Firme, junto ao contato dessa unidade geotécnica com os siltitos da Formação Serra da Saudade ou com os arenitos da Formação Capacete. Esta situação indica que o substrato formado pelos siltitos/arenitos é relativamente pouco permeável, o que condiciona a água de infiltração à migração lateral. A água freática ao encontrar a face livre no contato com os siltitos/arenitos dá origem às nascentes.

- Transportados derivados de arenitos da Formação Três Barras

Materiais inconsolidados transportados derivados de arenitos da Formação Três Barras estão presentes na porção oeste da AID e ADA do empreendimento, junto ao vale do córrego Fernandes. Ocorrem sob a forma de colúvio arenoso sobreposto aos siltitos da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí), tendo como área fonte a borda do Chapadão da Ponte Firme. Em geral a declividade do relevo onde ocorre a unidade varia entre 10 e 30%.

Em razão da constituição essencialmente arenosa, materiais dessa unidade são extremamente susceptíveis aos processos erosivos, sobretudo causados pelo escoamento de águas pluviais.

O uso restrito da área de ocorrência dessa unidade geotécnica por atividades agrícolas ou pela pecuária é motivado pela declividade elevada e pela constituição arenosa, o que mantém a faixa de ocorrência da unidade com vegetação preservada e, por essa razão, os processos erosivos pouco ativos.

- Transportados derivados de arenitos cineríticos da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda)

Materiais inconsolidados transportados derivados de arenitos cineríticos ocorrem na porção nordeste AII, portanto fora da ADA e AID do empreendimento, junto às cabeceiras do córrego do Rodeio, onde constituem colúvios arenosos sobrepostos ao substrato rochoso da Formação Capacete (Grupo Mata da Corda). A área fonte desses materiais inconsolidados compreende a borda do Chapadão da Ponte Firme e as porções mais elevadas e preservadas do substrato rochoso (relevos residuais). A declividade do relevo onde ocorre a unidade varia entre 10 e 20%.

- Materiais inconsolidados orgânicos e/ou hidromórficos

Materiais inconsolidados orgânicos e/ou hidromórficos ocorrem em áreas restritas da AID e ADA do empreendimento, sempre associados às cabeceiras de drenagem. A sua origem se deve à exposição temporária ou permanente do lençol freático podendo apresentar matéria orgânica derivada de vegetação higrófila.

7.4 - Profundidade da zona freática saturada na ADA

A profundidade da água subterrânea freática na ADA do empreendimento é variável de acordo com a espessura da cobertura inconsolidada. Nas porções de ocorrência de materiais inconsolidados de maior espessura, a exemplo da cobertura areno-argilosa e argilo-arenosa do Chapadão da Ponte Firme, o nível d'água freática é relativamente profundo, podendo apresentar valores superiores a 12 metros.

No entanto, os valores de profundidades do lençol freático tende à diminuição em determinadas porções sob influência de alguns fatores, tais como: permeabilidade, profundidade e configuração do topo substrato rochoso subjacente à camada inconsolidada (depressão ou elevação); feição da superfície topográfica (divisores d'água, encostas de vales fluviais e fundo de vale); velocidade do fluxo de base; distância da borda do relevo residual (chapada).

Observações realizadas durante a etapa de campo permitiram identificar na ADA do empreendimento duas características indicativas da profundidade do lençol freático, tais como: 1) diferentes cores apresentadas pelos materiais inconsolidados (vermelho-escuro, vermelho-amarelado, bege, ocre, cinza-escuro, cinza-claro, branco) e, 2)

variação na altimetria da superfície topográfica (elevações e depressões), conforme podem ser vistas nas Figuras 7.4-1 a 7.4-4.

Figura 7.4-1 – Coloração vermelho-escura da cobertura inconsolidada, indicativa de boa permeabilidade e condição oxidante.



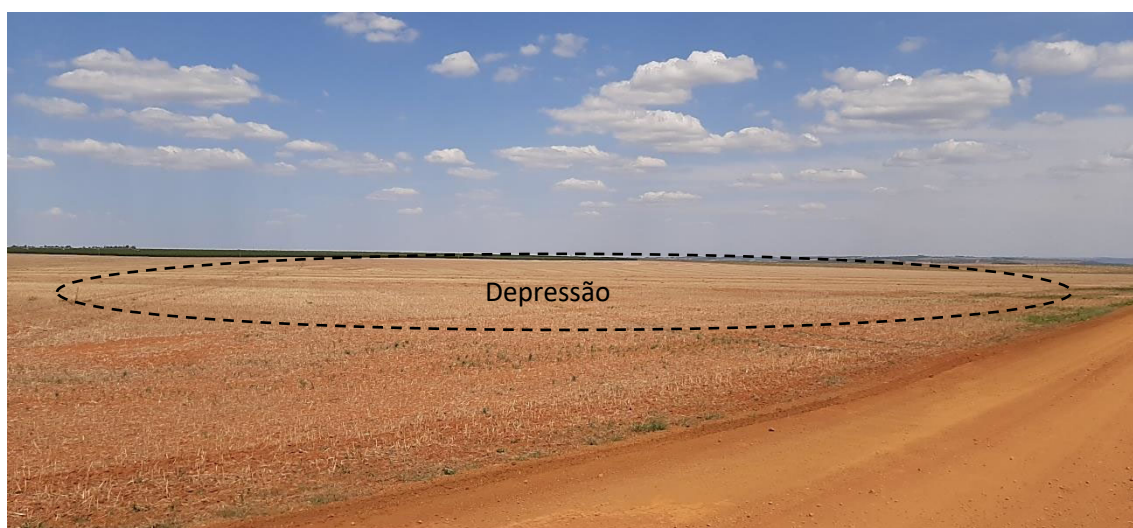
Figura 7.4-2 – Coloração amarelada e/ou ocre, indicativa de condição redutora e hidromórfica.



Figura 7.4-3 – Porção de relevo mais elevado em relação à porção adjacente mais baixo. Nesse caso, o lençol freático tende à redução na direção das menores cotas altimétricas.



Figura 7.4-4 – Porção deprimida na superfície de chapada (Chapadão da Ponte Firme). O lençol freático tende a menores profundidades em direção ao interior da depressão.



Já nas porções de ocorrência de cobertura inconsolidada de pequena espessura, a exemplo dos siltitos da Formação Serra da Saudade e dos arenitos da Formação Capacete, a água freática está presente no interior do substrato rochoso em profundidades que podem variar de poucos metros a dezenas de metros dependendo da posição no relevo local. Próximo dos cursos d'água a zona saturada freática se encontra mais próxima da superfície. Ao contrário, nas encostas íngremes a água freática pode ocorrer a dezenas de metros de profundidade.

Em algumas situações em que o substrato rochoso se apresenta pouco fraturado ou as suas descontinuidades estão preenchidas por materiais decompostos, a água subterrânea freática tende a se acumular na cobertura inconsolidada sobrejacente. Quando essa situação ocorre, a água de infiltração migra lateralmente até encontrar uma superfície livre e, nesse local, forma as nascentes dos cursos d'água ou uma zona de saturação hídrica superficial.

O mapa da Figura 7.4-5 ilustra a distribuição dos intervalos de profundidades do nível freático na ADA do empreendimento.

A Figura 7.4-6, a seguir, apresenta as situações possíveis na AID e ADA do empreendimento quanto à ocorrência da água subterrânea freática e profunda:



Figura 7.4-5 – Mapa das profundidades do nível da água freática na ADA do empreendimento.

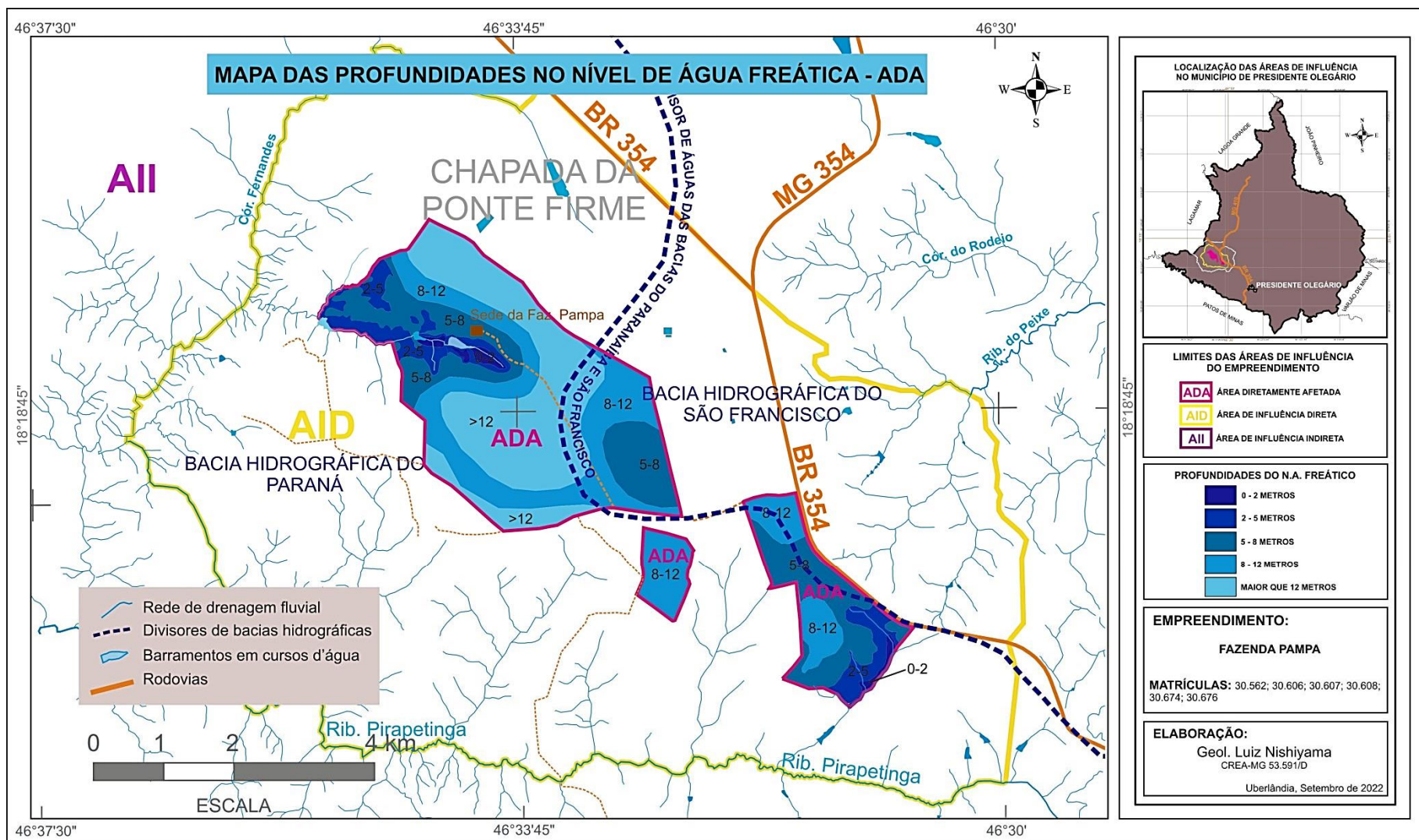
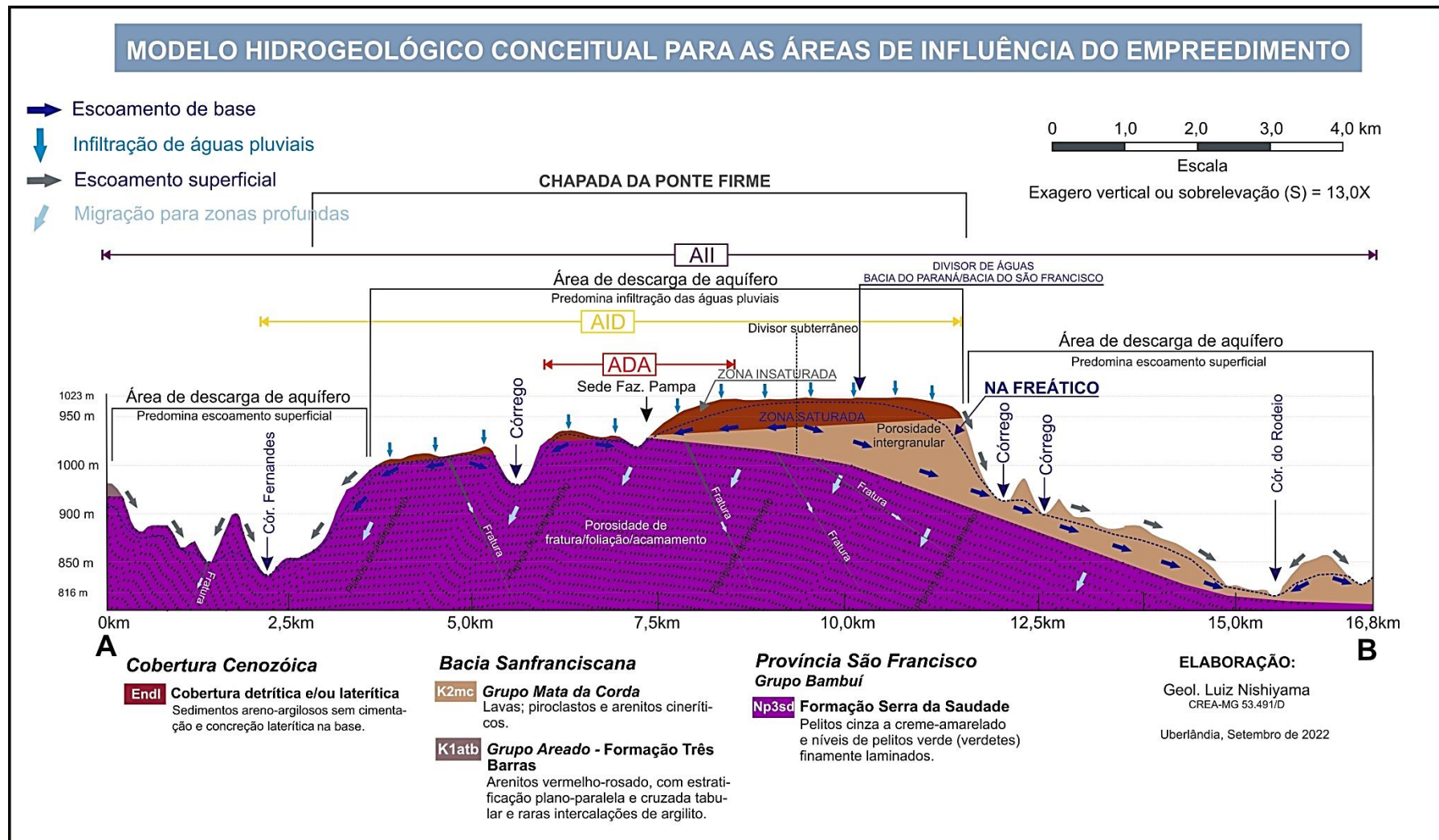




Figura 7.4-6 – Modelo conceitual hidrogeológico nas áreas de influência do empreendimento ilustrando as possíveis situações de ocorrência e comportamento das águas subterrâneas.



7.5 - Avaliação de risco geológico-geotécnico na AID e ADA do empreendimento

A AID e a ADA do empreendimento são caracterizadas por apresentar feições distintas em termos de relevo: a quase totalidade da ADA é constituída por superfícies de baixa declividade; distintamente da ADA, a maior parte da AID é dominada por superfícies de elevada declividade. A amplitude entre as cotas máxima e mínima é da ordem de 190 metros na AID.

A maior parte da ADA apresenta superfícies com declividades oscilando entre 2 e 8%. Exceto em uma pequena porção correspondente ao vale da única drenagem fluvial presente na ADA (afluente do córrego Fernandes) a declividade de seu terço inferior mostra um aumento significativo, podendo atingir a média de 40%. Já, na porção superior do mesmo vale fluvial a declividade tende ao decréscimo, onde o valor médio gira em torno de 8%.

Uma característica marcante da porção da ADA onde estão presentes os materiais inconsolidados areno-argilosos ou argilo-arenosos, dada a sua composição textural com teores de fração areia oscilando entre o máximo de 60% e mínimo de 25%, são os elevados coeficientes de permeabilidade (k).

Precipitações atmosféricas mais volumosas produz erosão laminar mesmo em superfícies com declividade baixa a moderada quando desprovida de manejo adequado do solo, o que acarreta na remoção e transporte de volume significativo de sedimentos. Vias de acesso em declive também condiciona o escoamento de águas pluviais, porém de forma concentrada.

Mesmo sob condição de baixa declividade na ADA, não é descartada a erosão laminar que, em seu turno, produz uma carga sedimentar que ao ser transportada pelas águas pluviais pode atingir os cursos d'água, contribuindo para o aumento da turbidez e, em casos mais severos, o assoreamento.

A composição essencialmente siltosa dos materiais derivados da Formação Serra da Saudade nas porções de ocorrência na AID e ADA do empreendimento, estes apresentam elevada susceptibilidade a erosão pela ação de águas pluviais, especialmente quando estas escoam concentradas sobre a superfície do terreno. Concorrem para o agravamento do problema a pequena espessura da camada inconsolidada, a baixa

permeabilidade tanto do substrato rochoso quanto da camada inconsolidada e a elevada declividade do terreno, resultando no desenvolvimento de feição erosiva do tipo ravina.

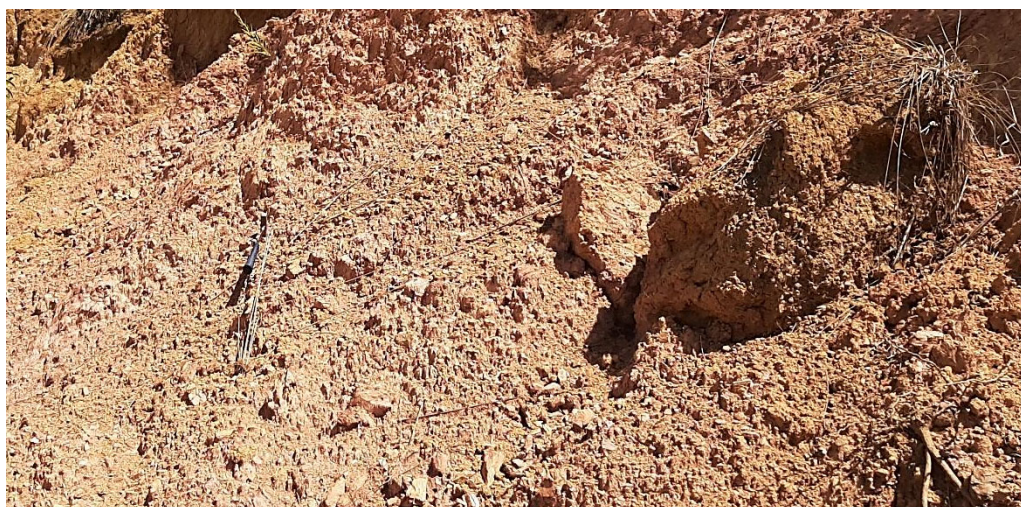
Durante os levantamentos de campo, realizados em outubro de 2022, abrangendo a AID e a ADA foram observadas condições favoráveis ao desenvolvimento de ravinas mesmo em superfícies com declividades moderadas. No entanto, constatou-se que as ravinas não evoluem para voçorocas em razão da pequena espessura da camada inconsolidada. Uma vez atingido o substrato siltítico a velocidade da incisão vertical é reduzida ou mesmo cessada.

Vias de acesso que cortam plantações na ADA do empreendimento constituem tipos de usos do solo que merecem maior atenção em razão de possibilitarem a concentração de fluxo das águas pluviais e, conseqüentemente, a erosão e transporte de sedimentos. Porções de ocorrência de materiais inconsolidados derivados de siltitos da Formação Serra da Saudade, sobretudo na AID, devido à acentuada declividade e maior erodibilidade dos materiais inconsolidados, são muito susceptíveis ao desenvolvimento de feições erosivas lineares do tipo ravina, sobretudo ao longo das vias de acesso.

Embora a erosão do solo represente o processo de maior importância na ADA do empreendimento, não foram observadas em levantamentos de campo realizados em outubro de 2022 feições erosivas lineares do tipo sulcos e ravinas. A vegetação preservada ao longo do vale do córrego sem denominação que drena a ADA, afluente da margem esquerda do córrego Fernandes, contribui para a atenuação dos processos erosivos.

Importante ressaltar que os materiais inconsolidados derivados de siltitos da Formação Serra da Saudade por apresentar elevada porcentagem de fração silte, este se mostra extremamente susceptível à ação erosiva das águas pluviais. Também, devido à composição essencialmente siltosa, não se mostra adequado para determinados usos, especialmente para finalidades de aterros de barragens e cobertura de tubulações enterradas (bueiros e adução de água para irrigação). O problema é agravado quando esses materiais apresentam fragmentos de siltitos em vias de decomposição, como podem ser observados na Figura 7.5-1, a seguir:

Figura 7.5-1 – Materiais inconsolidados derivados de siltitos da Formação Serra da Saudade contendo quantidades apreciáveis de rocha (siltito) em vias de decomposição.



O Quadro 7.5-1, a seguir, apresenta os riscos geotécnicos decorrentes das atividades agrícolas na AID e ADA do empreendimento:

Quadro 7.5-1 – Usos antrópicos das unidades geotécnicas na ADA x possíveis efeitos deletérios sobre os componentes do meio físico.

UNIDADE GEOTÉCNICA	CARACTERÍSTICAS	USOS ANTRÓPICOS	POSSÍVEIS EFEITOS SOBRE O MEIO FÍSICO
Materiais inconsolidados transportados areno-argilosos (material de origem: cobertura de chapada)	- Ocorrem na maior parte da ADA - Espessura relativamente grande (entre 2,0m e 8,0m) - Declividade muito baixa a moderada (0 a 8%) - Frações granulométricas predominantes: areia (max. 60%) e argila (máx. 55%) - Permeabilidade alta a muito alta (ordem de grandeza 10^{-3} a 10^{-2} cm/s) - Profundidade do lençol freático (5 a 12m) - Baixa a média susceptibilidade erosiva - Substrato pouco permeável (siltito Serra da Saudade/arenito Capacete)	- Agricultura (grãos) - Carreadores - Irrigação (pivô central) - Infraestruturas (vias de acesso principais e secundários, galpões, silos, oficinas, refeitórios, depósitos de insumos, piscinões, fossas sépticas, confinamento de bovinos)	- Erosão laminar do solo - Escoamento concentrado em vias de acesso – erosão linear (sulcos) - Introdução de agroquímicos no solo – alteração da qualidade da água subterrânea e superficial - Aporte de sedimentos para os cursos d'água – aumento da turbidez e alteração da qualidade da água superficial
Materiais inconsolidados residuais arenosos (material de origem: arenitos Três Barras)	- Predomina pequena espessura (em geral <2m) - Declividade moderada a muito elevada (10 a > 30%) - Textura arenosa (40 a 65% de areia) - Permeabilidade alta a muito alta (10^{-3} a 10^{-2} cm/s) - Elevada susceptibilidade	- Estradas de terra - Reservas legais - APPs - Vegetação nativa - Agricultura restrita a porções de baixa declividade	- Erosão do solo em sulcos e ravinas - Escoamento superficial concentrado ao longo das vias de acesso – erosão em sulcos e ravinas - Fonte de sedimentos

	erosiva • Substrato (arenito) permeável (10^{-3} cm/s)		- assoreamento de cursos d'água
Materiais inconsolidados residuais. (Material de origem: siltitos - Serra da Saudade)	• Pequena espessura em geral < 2,0m • Comum exposição do substrato rochoso • Declividade elevada a muito elevada (10 a 40%) • Textura siltoso a silto-argilosa • Permeabilidade moderada a elevada (10^{-3} a 10^{-4} cm/s) • Substrato praticamente impermeável ($<10^{-4}$ cm/s) • Planos de acamamento com ângulos de mergulho variáveis (em geral elevados)	• Predomina pecuária extensiva em pastagem nativa • Estradas de terra • Barramentos • Reservas legais de propriedades • Vegetação de cerrado preservada • Agricultura limitada pela declividade	• Feições erosivas em ravinas nas encostas dos vales fluviais e vias de acesso • Fonte de sedimentos dos cursos d'água • Aumento da turbidez no período chuvoso do ano – perda da qualidade da água • Assoreamento de canais fluviais
Materiais inconsolidados transportados areno-argilosos (material de origem: arenitos Três Barras)	• Espessuras variáveis entre 2 e 4 metros • Declividade moderada a alta (10 a 30%) • Textura arenosa (35 a 65% de areia) • Permeabilidade elevada (10^{-3} a 10^{-2} cm/s) • Substrato permeável (10^{-3} cm/s)	• Estradas de terra • Reservas legais • APPs • Vegetação nativa • Agricultura restrita a porções de baixa declividade	• Erosão do solo em sulcos e ravinas • Escoamento concentrado em estradas – erosão em sulcos e ravinas • Fonte de sedimentos • Aumento da turbidez nos cursos d'água – perda da qualidade da água • Assoreamento dos cursos d'água
Materiais inconsolidados transportados orgânicos e/ou hidromórficos	• Espessura variável (0,5 a 3,0m) • Elevada susceptibilidade erosiva • Declividade baixa • Sedimentos arenosos com matéria orgânica vegetal • Saturado em água • Substrato pouco permeável	• APPs • Vegetação nativa • Barramentos	• Erosão do canal fluvial • Movimentos de massa nos taludes formados pela erosão

7.6 - Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE. Métodos para a descrição quantitativa de descontinuidades em Maciços Rochosos. ABG/CBMR. São Paulo, 1983, 132p.

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

PEDROSA, A. de S.; SOUZA, R.de C. M. de As unidades de paisagem no Triângulo Mineiro desaparecimento da paisagem cerrado. Alfenas: I Simpósio Mineiro de Geografia Física. Alfenas maio de 2014.

QUEIROZ, M.L. 2015. Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas. Revisão Conceitual e Metodologia de Caracterização e Determinação: Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 161p.

RAMOS, M.V.V. 2004. Caracterização dos solos, da estrutura fitossociológica e do estado nutricional da vegetação de veredas em diferentes superfícies geomorfológicas no Triângulo Mineiro. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.

RAMOS, M.V.V.; CURY, N.; MOTA, P.E.F.; VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.N. & SILVA, M.L.N. 2006. Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, água e uso. Ciência Agrotécnica 30(2): 283-293.

RESENDE et al. Pedologia: base para distinção de ambientes. 4.ed. Viçosa: Neput, 2002. Pp. 237-257.

RODRIGUES, L.; NISHIYAMA, L. Estudo dos fatores responsáveis pela erosão acelerada na bacia do córrego dos macacos – Uberlândia-MG. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia-GO, 2001.

SILVA, G.A. da. Mapeamento e caracterização do meio físico como indicativo de susceptibilidade erosiva na bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço – Ituiutaba/MG. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geografia - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2014.

UFV – CETEC – UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 18 de junho. de 2016.

8 - RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

8.1 - Introdução

A água representa um recurso natural de valor econômico, estratégico e social, além de representar um componente imprescindível para a 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. 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 aos usos das águas superficiais no âmbito das áreas de influência da **Fazenda Pampa** realizaram-se levantamentos de informações hidrográficas/hídricas em trabalhos técnico-científicos, monografias, dissertações, teses. Também, pesquisas realizadas na Plataforma Webgis IDE-SISEMA de atributos relativos à hidrografia e portarias de outorga/cadastro de usos insignificantes emitidos pelo IGAM.

8.2 – Aspectos gerais da rede hidrográfica onde se insere o empreendimento

A Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH/ANA (2003) delimita doze Regiões Hidrográficas Brasileiras, conforme apresentadas na Figura 8.2-1. Entende-se por Região Hidrográfica o espaço territorial representado por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas, com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares,

com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (CNRH/ANA).

Figura 8.2-1 – Divisão Hidrográfica Nacional instituída pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos.



Fonte – CNRH, 2003.

As áreas de influência do empreendimento **Fazenda Pampa** estão inseridas exatamente no divisor de duas regiões hidrográficas, a saber: do Paraná e do São Francisco.

Especificamente a ADA da Fazenda Pampa encontra-se parcialmente inserida na sub-bacia hidrográfica do ribeirão Pirapetinga, afluente da margem direita do rio Paranaíba (UPGRH PN1) e parcialmente na sub-bacia do ribeirão do Peixe, afluente da margem esquerda do rio da Prata e este, por sua vez, afluente da margem direita do rio Paracatu (UPGRH SF7).

De acordo com a ANA (2015) a Região Hidrográfica do Paraná abrange uma superfície de 879.873 km², ou seja, 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%). Apresenta-se como a região hidrográfica mais populosa do Brasil, 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, com uma superfície de drenagem de 222,6 mil km². Posicionada na região central do Brasil, ocupa cerca de 2,6% do território nacional abrangendo os estados de Goiás (63,3%), Minas Gerais (31,7%), Mato Grosso do Sul (3,4%) e Distrito Federal (1,6%). A bacia congrega 197 municípios e o Distrito Federal. Destes, 28 sedes municipais se encontram fora dos limites da bacia (ANA, 2013).

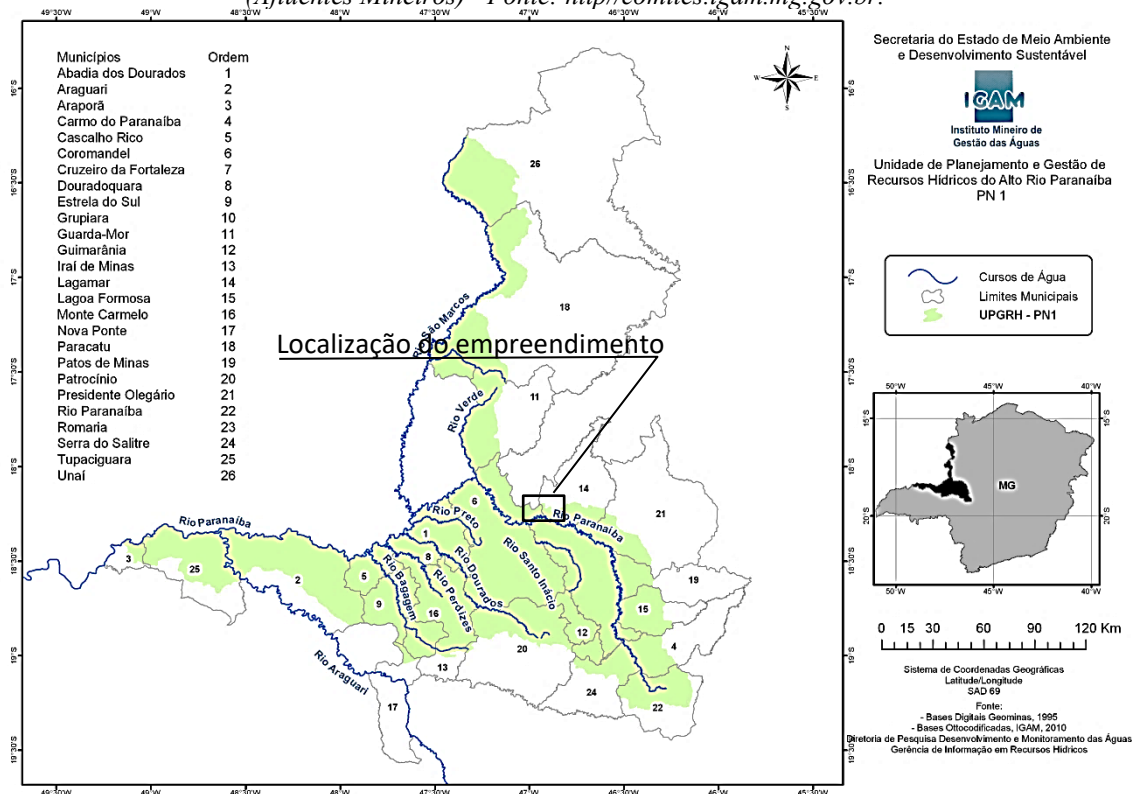
Na bacia hidrográfica do rio Paranaíba as Unidades de Planejamento de Recursos Hídricos dos Afluentes Mineiros (UPGRH-MG) estão subdivididas em três subunidades, a saber: PN1 - corresponde à porção da bacia que vai desde as suas nascentes até a barragem da UHE Itumbiara; PN2 – é representada pela bacia do rio Araguari e PN3 – compreende a porção que se estende desde a barragem da UHE Itumbiara até a confluência com o rio Grande.

Em relação à bacia hidrográfica do rio Paranaíba, as áreas de influência do empreendimento fazem parte da Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos (UPGRH) do Alto Paranaíba – PN1.

A UPGRH PN1 possui uma área de 22.146,23 km², abrangendo total ou parcialmente 26 municípios, a saber: 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. Desses 26 municípios que formam o PN1, apenas 6 (seis) possuem seus territórios totalmente inseridos na UPGRH.

A Figura 8.2-2 mostra a delimitação da UPGRH PN1 (Afluentes Mineiros) - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (ANA, 2014).

Figura 8.2-2 - Localização do empreendimento na Unidade de Planejamento de Recursos Hídricos PN1 (Afluentes Mineiros) - Fonte: <http://comitês.igam.mg.gov.br>.



A Região Hidrográfica do São Francisco possui aproximadamente 638.466 km² de área, o que corresponde a 7,5% do território nacional, abrangendo sete Unidades da Federação: Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás, e Distrito Federal.

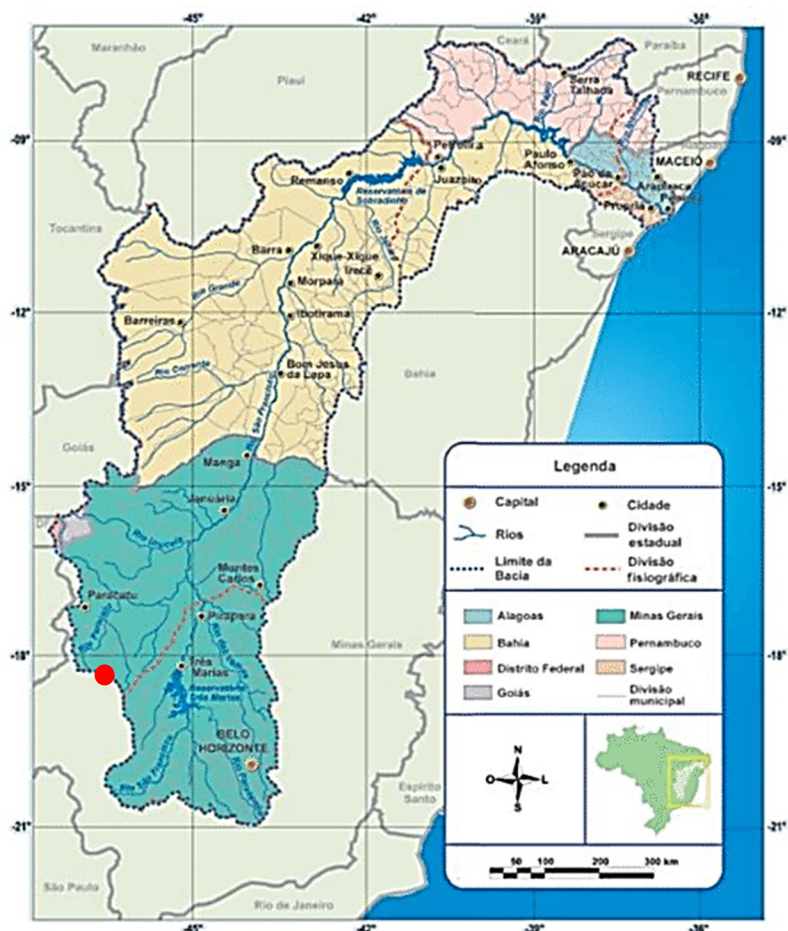
Essa Região Hidrográfica está dividida em quatro unidades hidrográficas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Sub-médio São Francisco e Baixo São Francisco (Figura 8.2-3).

Esta região possui 503 municípios, sendo 452 com suas sedes inseridas nos limites desta região. A população total da região, segundo dados do IBGE de 2010, é de aproximadamente, 14,3 milhões de habitantes (IBGE, 2010), cerca de metade localizada na região do Alto São Francisco, onde está a Região Metropolitana de Belo Horizonte. Caracteriza-se por possuir população predominantemente urbana, representada por 77% do total de seus habitantes. A densidade populacional média na RH São Francisco é de 22,4 hab./km², igual à média brasileira.

Os principais rios da Região Hidrográfica do São Francisco no estado de Minas Gerais são: São Francisco (2.637 km); das Velhas (689 km); Grande (502 km); Verde

Grande (458 km); Paracatu (448 km); Urucuia (381 km); Paramirim (345 km); Pajeú (333 km); Preto (315 km) e o Jacaré (297 km).

Figura 8.2-3 - Unidades Hidrográficas da RH São Francisco e principais cidades.



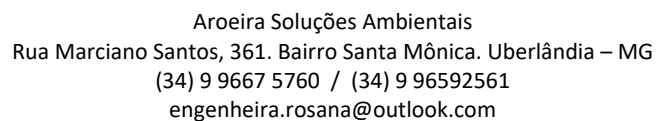
Em relação à Região Hidrográfica do São Francisco, as áreas de influência da Fazenda Pampa encontram-se parcialmente inseridas da Unidade Hidrográfica do Médio São Francisco e na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do Rio Paracatu - UPGRH – SF7 (Figura 8.2-4).

aproximadamente balizada pela BR 354 e o Chapadão da Ponte Firme ao norte e a Serra da Boa Vista ao Sul.

O ribeirão Pirapetinga tem a sua nascente no interior da malha urbana de Presidente Olegário e corre rumo Oeste por cerca de 38 km até desaguar no rio Paranaíba. A sua bacia é integrada pelo córrego Fernandes, seu principal afluente, além outros afluentes menores sem denominação. O córrego Fernandes drena as áreas de influencia do empreendimento, sobretudo a AII e a AID. Apenas um afluente da margem esquerda deste córrego drena a ADA do empreendimento.

Outro curso d'água que drena as áreas de influencia do empreendimento é o ribeirão do Peixe. Suas nascentes se localizam na borda leste do Chapadão da Ponte Firme, de onde ruma para Leste até desaguar no rio da Prata. Juntamente com outros ribeirões e córregos formam o rio da Prata, sendo este afluente da margem direita do rio Paracatu.

A Figura 8.3-1 mostra a rede de drenagem nas áreas de influência do empreendimento e o limite das regiões hidrográficas do São Francisco e Paraná.



8.4 - Usos de recursos hídricos superficiais na ADA e AID

Em relação aos usos das águas superficiais na AID do empreendimento foram levantadas 35 (trinta e cinco) captações, dos quais 20 (vinte) correspondem à portaria de outorga e 15 a certificados de usos insignificantes, conforme relacionadas na Tabela 8.4-1 e representadas nas Figuras 8.4-1 e 8.4-2 (Fonte IDE-SISEMA no sítio <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis> consulta realizada em 09/2022).

Tabela 8.4-1 – Finalidades de usos das águas superficiais na AID/ADA do empreendimento – portarias de outorga. Fonte: IDE-SISEMA.

Nº	Portaria	Finalidade de uso	Tipo uso	Vazão (L/s)	Corpo d'água
01	2831/2018	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx maior 5,00 ha)	irrigação	0,01	Cabeceira do Rib. do Peixe
02	2833/2018	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx maior 5,00 ha)	Irrigação	0,02	Cabeceira do Rib. do Peixe
03	2828/2018	Captação em corpo d'água	irrigação	0,0	Cabeceira do Rib. do Peixe
04	2830/2018	Barramento em curso d'água sem captação regularização de vazão	Irrigação	0,0	Cabeceira do Rib. do Peixe
05	1907182/2021	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	0,22	Rib. do Peixe
06	2829/2018	Captação em corpo d'água	Irrigação	0,01	Rib. do Peixe
07	1904738/2021	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	8,3	Rib. do Peixe
08	2517/2011	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	0,04	Rib. do Pirapetinga
09	1908690/2020	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	3,5	Rib. Pirapetinga
10	803/2014	Captação em corpo d'água	irrigação	0,01	Rib. Pirapetinga
11	1908116/2020	Captação em corpo d'água	irrigação	10	Rib. Pirapetinga
12	1904406/2019	Captação em corpo d'água	irrigação	0,0	Afluentes Rib. Pirapetinga
13	1908833/2010	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área	Irrigação	42,7	Afluentes Cór. Fernandes

		máx menor ou igual 5,00 ha)			
14	1904832/2020	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	22,2	Afluentes Cór. Fernandes
15	1904844/2020	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	6,0	Afluentes Cór. Fernandes
16	1910069/2019	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	63,6	Afluentes Cór. Fernandes
17	1908460/2021	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	120	Cór. Fernandes
18	196844/2019	Barramento em curso d'água sem captação regularização de vazão	Irrigação	0,0	Cór. Fernandes
19	2663/2017	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	0,06	Cór. Fernandes
20	2832/2018	Captação em barramento em curso de água, com regularização de vazão (área máx menor ou igual 5,00 ha)	Irrigação	0,03	Cór. Fernandes

Figura 8.4-1 – Localização dos pontos de captação de águas superficiais na ADA e AID do empreendimento – Portarias de outorga.

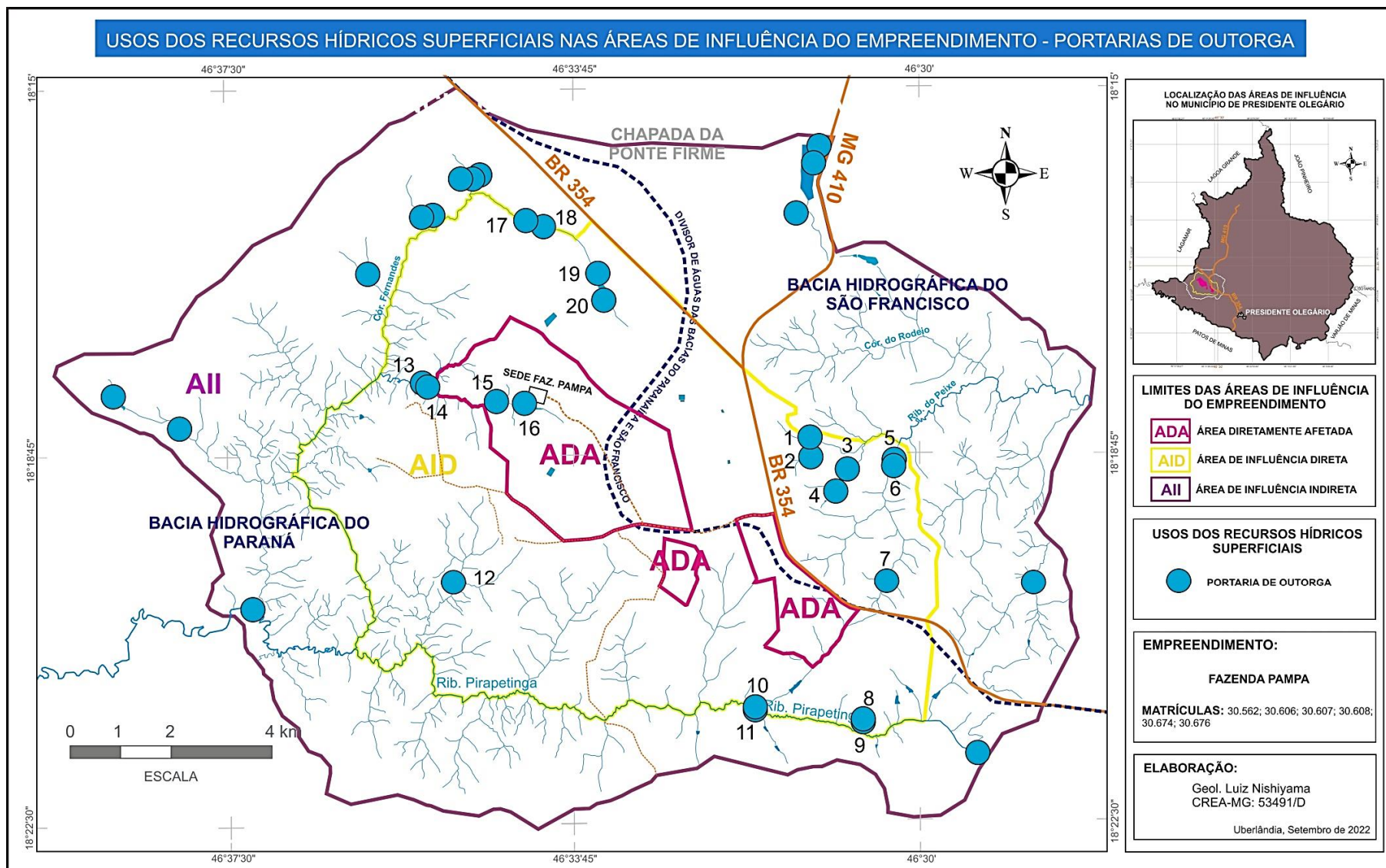
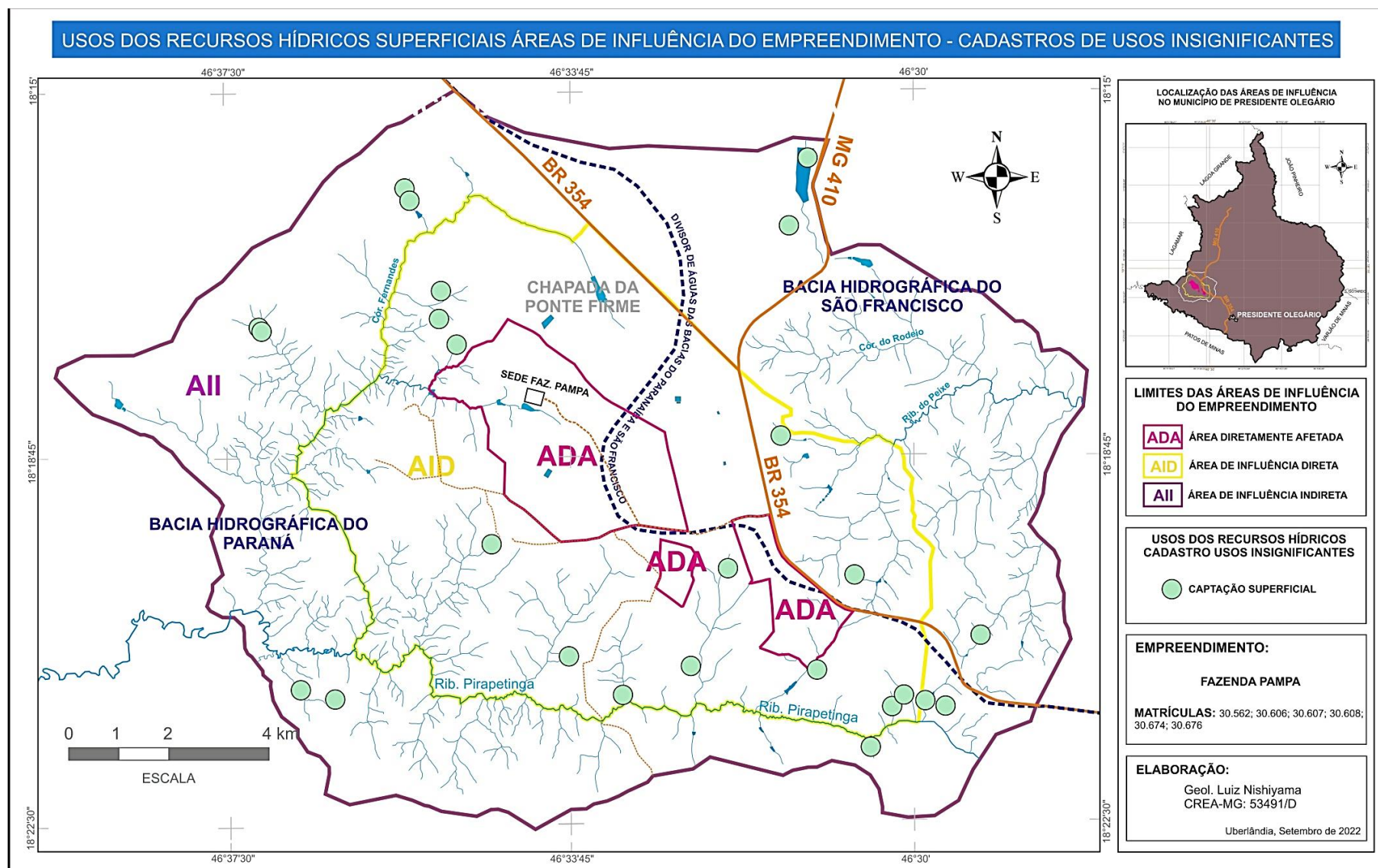
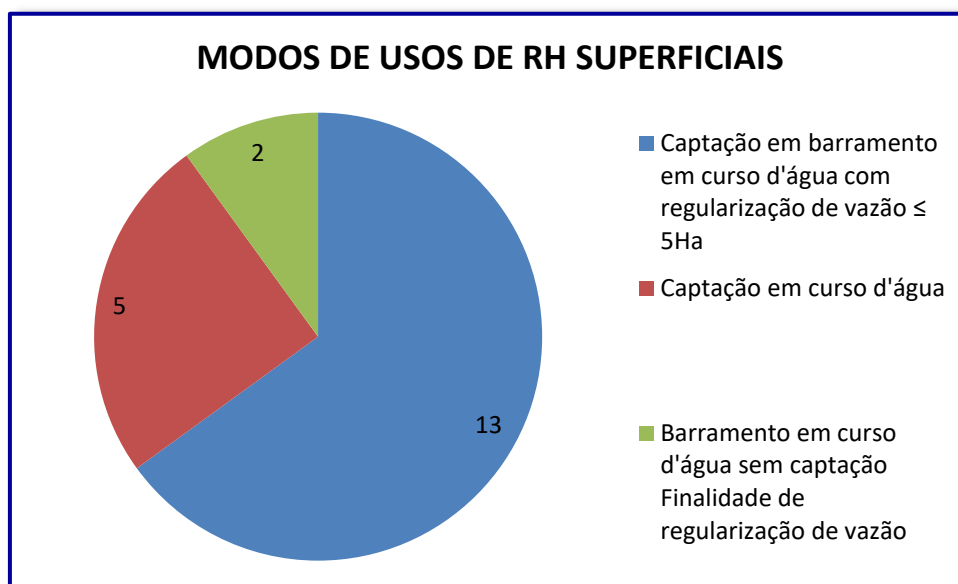


Figura 8.4-2 - Localização dos pontos de captação de águas superficiais nas áreas de influência do empreendimento – Certificados de Usos Insignificantes.



A Figura 8.4-3, a seguir, apresenta graficamente os modos de usos das águas superficiais na AID/ADA do empreendimento. Quanto as finalidades de usos declarados nas 20 (vinte) **portarias de outorga**, verifica-se exclusivamente voltada à irrigação, com percentual de 100%.

Figura 8.4-3 – *Quantitativos dos modos de usos de recursos hídricos superficiais na AID/ADA do empreendimento – Portarias de Outorga.*



As Figuras 8.4-4 a 8.4-7 ilustram barramentos em curso de água na ADA do empreendimento com captação e regularização de vazão (área máxima menor ou igual 5,00 ha) .

Figura 8.4-4 – *Barramento para captação de água e regularização de vazão em afluente da margem esquerda do córrego Fernandes.*



Figura 8.4-5 – Barramento para captação em curso de água, com regularização de vazão (área máx. menor ou igual 5,00 ha). Na ocasião da visita de campo este barramento se encontrava em reforma visando à adequação do aterro e dos vertedouros (serviço, emergência e de fundo).



A Figura 8.4-6 mostra uma estrutura destinada ao armazenamento de água em reservatório (piscinão) na ADA do empreendimento. Trata-se de um tanque parcialmente escavado no solo e complementado em altura por aterro compactado e internamente revestido com geomembrana de PEAD.

Figura 8.4-6 – Tanque parcialmente escavado no solo (piscinão) e revestido com geomembrana de PEAD destinado ao armazenamento de água captada em barramento localizado na ADA do empreendimento.



Figura 8.4-7 - Na ocasião dos levantamentos de campo esta estrutura se encontrava em obras com vistas à proteção do aterro contra erosão com plantio de placas de grama (A) e cercamento do perímetro (B).



8.5 - Bibliografia

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parana> (acessado em 12/06/2022).

Atlas do Abastecimento de Água. Disponível em:
<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8> (acessado em 15/05/2022).

BRASIL Lei nº 6.938, de 31/08/1981

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH Divisão Hidrográfica Nacional (2003)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> (acessado em 12/06/2022).

Mapa topográfico Folha Patos de Minas. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html?=&t=downloads>

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/regulacao-de-usos-de-recursos-hidricos> (acessado em 12/06/2022).

disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/unidades-de-planejamento/bacia-paranaiba/3783-dados-de-outorga-pn1> (acessado em 27/05/2022).

Portal dos Comitês Disponível em: IGAM – <http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-pn1>), acessado em 28/05/2022.

9 - RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

9.1 - Introdução

Caracterização hidrogeológica foi realizada com a finalidade de identificar as unidades aquíferas presentes na ADA/AID da Fazenda Pampa e apresentar as suas principais características hidrogeológicas.

Ainda, a investigação dos aspectos hidrogeológicos no presente diagnóstico buscou o entendimento do comportamento dos aquíferos presentes na ADA sob a influência dos processos naturais e/ou induzidos pela ação humana na sua qualidade e quantidade.

9.2 - Síntese da geologia e hidrogeologia regional

Destaca-se que as áreas de influência do empreendimento estão inseridas no contexto geológico da grande unidade geotectônica estável denominada Cráton do São Francisco. Sobre este cráton, durante o Mesoproterozóico, se desenvolveu uma grande bacia de natureza intracratônica no interior da qual foram depositados sedimentos que fazem parte da Bacia intracratônica do São Francisco. O preenchimento desta bacia mostra uma evolução poli histórica representada por unidades estratigráficas com características distintas e idades que variam desde o Paleoproterozóico a Neoproterozóico.

Segundo Alkmim e Martins-Neto (2001) a Bacia do São Francisco é composta pelas seguintes unidades: Supergrupo Espinhaço (Paleo/Mesoproterozóico) e o Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico). Este último é constituído pelos Grupos Macaúbas e Bambuí.

Fragoso et al. (2011) apresentaram a caracterização geológica da região Noroeste de Minas Gerais, contexto em que se inserem as áreas de influência da Fazenda Pampa. Segundo os autores mencionados afloram nesta região essencialmente associações rochosas pertencentes à Bacia do São Francisco. Os litotipos mais antigos são atribuídos ao Neoproterozóico, que correspondem ao Grupo Bambuí com as seguintes formações: Lagoa do Jacaré (calcarenito, calcissiltito, biolitito, dolomito, marga e siltito); Serra da Saudade (siltito e lentes de calcissiltito) e Três Marias (arenito feldspático e siltito), sendo ainda acrescida da recém-designada Formação Lagoa Formosa (siltito e diamictito).

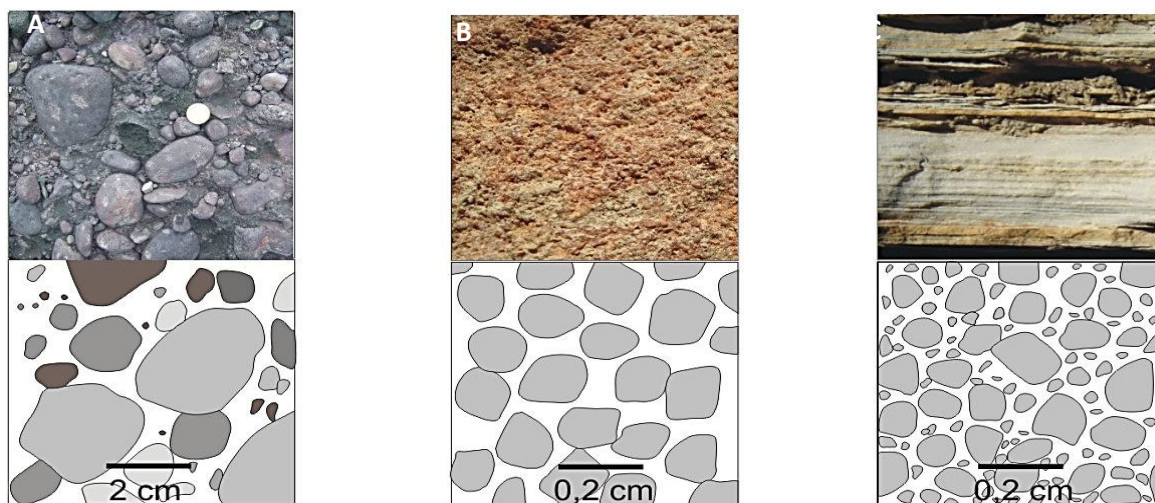
Nesta mesma região, em discordância com o Grupo Bambuí, ocorrem espessos depósitos sedimentares de idade Cretácica pertencentes aos grupos Areado e Mata da Corda e Urucuia. Estas unidades têm sua gênese relacionada ao estiramento crustal produzido durante a abertura do Atlântico Sul. No Eocretáceo esta fase de tectônica distensiva foi responsável pela formação de um conjunto de falhamentos normais e pela reativação de algumas descontinuidades Proterozóicas. A partir da movimentação de blocos se desenvolveu uma bacia receptora, com geometria *graben-horst*, onde se depositaram as formações Abaeté (conglomerados, brechas e arenitos), Quiricó (siltito, argilito, folhelho e subordinadamente, arenito fino a grosso) e Três Barras (arenitos estratificados), pertencentes ao Grupo Areado.

A partir desse conhecimento prévio da geologia regional e local, pode afirmar que as unidades hidrogeológicas correspondentes, dada a sua natureza, apresentam o caráter de aquífero granular.

No campo da hidrogeologia ressalta-se, preliminarmente, a importância da compreensão das definições de aquífero granular e aquífero fraturado.

Segundo Elis (sem data), em termos comparativos entre um aquífero granular e um aquífero fraturado, o primeiro tipo compreende as rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados e, ainda, solos arenosos decompostos *in situ* (Figura 9.2-1) Constitui o tipo de aquífero mais importante pelo grande volume de água que armazena e por sua ocorrência em extensas áreas. Na Província Hidrogeológica do São Francisco o aquífero granular é representado pelas unidades sedimentares do Cretáceo (Urucuia, Mata da Corda e Areado) e do Permo-Triássico (Sambaíba).

Figura 9.2-1 – Exemplos de aquíferos granulares: (A) conglomerado; (B) arenito grosso e (c) arenito fino.



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

Ainda, de acordo com Elis (sem data), o aquífero fraturado é formado por rochas ígneas, metamórficas e carbonáticas. A capacidade destas litologias em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas (densidade), suas aberturas, intercomunicação e persistência, além de cavidades resultantes de dissolução de rochas carbonáticas. Na Província hidrogeológica do São Francisco o aquífero fraturado é representado pelo aquífero Bambuí (cárstico-fraturado).

A Figura 9.2-2, a seguir ilustra uma rocha metamórfica com porosidade de fratura.

Figura 9.2-2 – Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária.



Fonte –Varnier, 2009.

9.3 - Aquíferos na região do empreendimento e suas características gerais e hidrodinâmicas

A porção do estado de Minas Gerais onde se localizam as áreas de influência do empreendimento Fazenda Pampa faz parte da província Hidrogeológica do São Francisco. Esta província é composta por várias unidades hidroestratigráficas aquíferos, sistemas aquíferos e zonas aquíferas.

Unidades Hidroestratigráficas são formações geológicas ou partes delas, que armazenam e transmitem águas subterrâneas de forma semelhante e com produtividades da mesma ordem de grandeza, ou seja, considerando os aquíferos nos locais onde os mesmos não sofrem variações em suas produtividades.

Nesse sentido, se faz também necessária a compreensão do termo aquífero. Um aquífero é definido a partir de uma unidade estratigráfica estabelecida, acrescida do conhecimento de sua geometria, forma de ocorrência e características hidrodinâmicas gerais, além da descrição e registro de suas características morfológicas. Sofre grandes mudanças de classificação hidrogeológica em função de frequentes variações em suas produtividades.

Utiliza-se a designação sistema aquífero sempre que ocorrer a união de dois ou mais aquíferos, criando um domínio espacial limitado em superfície e em profundidade, relacionados ou não entre si, mas que constituem uma unidade prática para a investigação ou exploração.

Três Aquíferos são conhecidos na região em que se insere o empreendimento: Bambuí, Areado e Mata da Corda, além do Aquífero Formações Cenozóicas Indiferenciado. Este último é representado pelos depósitos detríticos lateríticos que revestem as chapadas, especificamente na área de estudo o Chapadão da Ponte Firme.

9.3.1 - Aquífero Bambuí

De acordo com a Carta Geológica do Brasil a Milionésimo – Folha Belo Horizonte (SE 23) (CPRM, 2015), o Aquífero Bambuí na região de Presidente Olegário, onde se inserem as áreas de influência do empreendimento, é representado localmente por rochas da Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí), constituída predominantemente de siltitos e folhelhos.

Segundo CPRM (2015), o Aquífero Bambuí pode ser subdividido, de acordo com as suas características hidrogeológicas e hidrodinâmicas, em três unidades distintas:

1ª) Aquífero Bambuí – Descontínuo, de extensão regional e livre a confinado. Composto predominantemente por pelitos/metapelitos das unidades geológicas Serra da Saudade, Serra de Santa Helena e Paraopeba, além de arcóseos da formação Três Marias. Esta unidade aquífera apresenta capacidades específicas da ordem de 0,5 m³ /h/m. Aquíferos Bambuí de produtividade elevada e de produtividade média podem ocorrer em subjacência.

2ª) Aquífero Bambuí - Contínuo, de extensão regional limitada e livre. Representado essencialmente por arenitos finos, pouco espessos, localmente silicificados, do Grupo Bambuí. É provável que as unidades carbonáticas/metacarbonáticas de produtividade média do Grupo Bambuí ocorram em subjacência.

3ª) Aquífero Bambuí - Descontínuo, de extensão regional limitada e livre a confinado. Esta unidade é composta por calcários, margas e metapelitos das formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré. Possui elevado grau de carstificação que se reflete em valores de capacidade específica geralmente acima de 10 m³ /h/m. A transmissividade mostra valores entre 233 m²/dia a 7700 m²/dia e, localmente, o armazenamento específico é extremamente baixo (66,0 mm). Suas áreas de maior expressão como aquífero livre, são observadas nas regiões de Montes Claros e Sete Lagoas. Verifica-se grande variabilidade nos padrões hidroquímicos, o que pode ser atribuída às diferenças de comportamento hidráulico e de interação com os litótipos constituintes. A condutividade elétrica e a dureza de suas águas, variam em amplo intervalo, apresentando valores médios de 427 µS/cm e 202 mg/L, respectivamente. Teores elevados em flúor são de ocorrência restrita e associam-se à presença de minerais fluoretados (apatita e/ou fluorita).

O Aquífero Bambuí apresenta grande diversidade em termos de produção de água, as quais variam desde unidades aquíferas muito produtivas a pouco produtivas. No caso específico das áreas de influência do empreendimento, a unidade Serra da Saudade tem se mostrado pouco produtiva, condição esta comprovada pelas baixas vazões obtidas nos poços tubulares perfurados nos siltitos e pelitos na AID e AII.

9.3.2 - Aquífero Areado

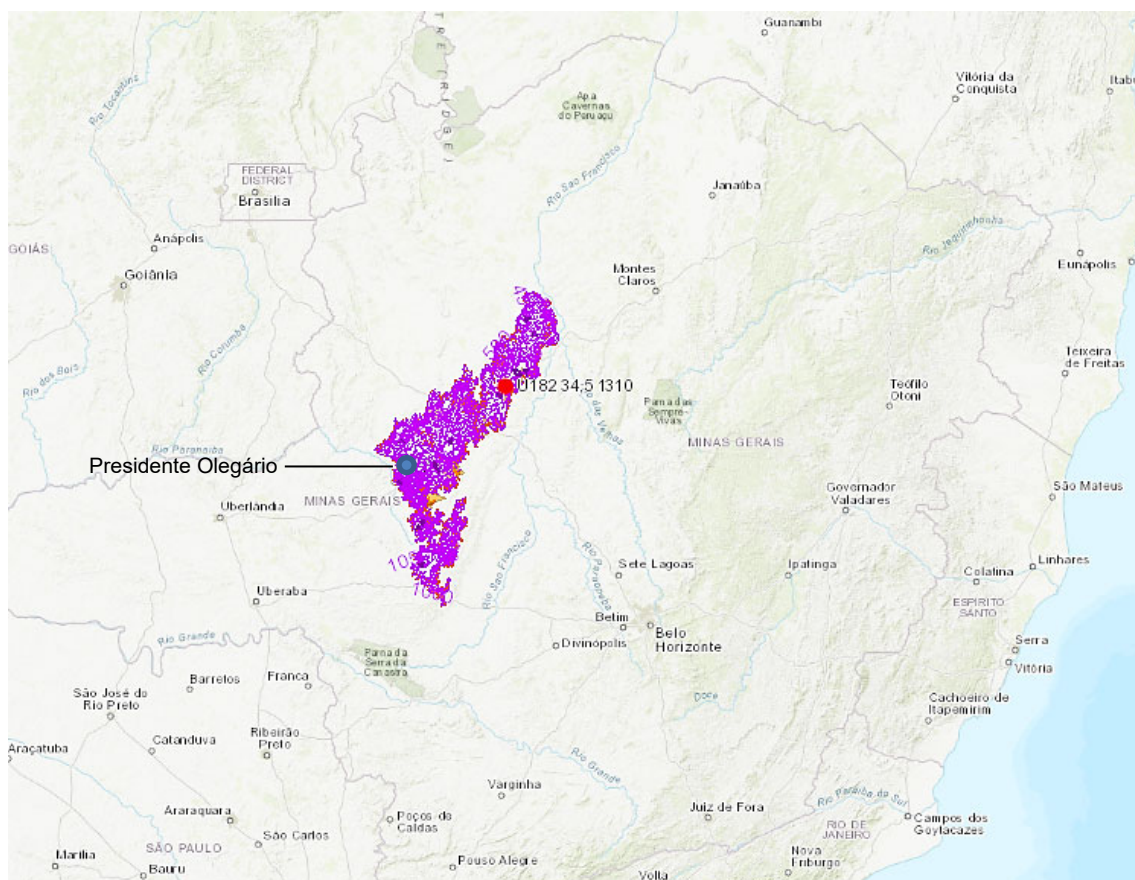
Inicialmente denominado Sistema Aquífero Urucuia-Areado, com o avanço no conhecimento, propôs-se a separação em dois sistemas aquíferos, denominados Sistema Aquífero Urucuia e Sistema Aquífero Areado. As áreas de ocorrência do Sistema Aquífero Areado estão restritas ao estado de Minas Gerais, enquanto o Sistema Aquífero Urucuia abrange, além de Minas Gerais, o oeste do estado da Bahia, extremo leste de Goiás e de Tocantins e extremo sul do Piauí e do Maranhão.

O grupo areado Areado é composto das seguintes formações: Abaeté, Quiricó e Três Barras.

Na porção onde se localizam as áreas de influência do empreendimento, o Aquífero Areado se apresenta contínuo, de extensão regional limitada e livre a semiconfinado. É constituído predominantemente por arenitos finos a médios e arenitos conglomeráticos e, secundariamente, por folhelho e siltito. As águas são de boa qualidade química, pouco mineralizadas. Em termos de potencial hídrico, o Aquífero Areado, segundo CPRM (2015), é considerado um aquífero pouco produtivo, cujas vazões oscilam entre 5 e 10 m³/h.

A Figura 9.3.2-1 ilustra as áreas de ocorrência do Aquífero Areado, este restrito ao Estado de Minas Gerais.

Figura 9.3.2-1 – Áreas de ocorrência da do Aquífero Areado no estado de Minas Gerais e na região em que se insere o empreendimento.



9.3.3 - Aquífero Mata da Corda

O Grupo Mata da Corda (Cretáceo Superior) é composto pelas formações Patos e Capacete, respectivamente constituídas por rochas vulcânicas alcalinas piroclásticas e por rochas sedimentares proximais epiclásticas (Grossi Sad et al. 1971, Campos 1996). A Formação Capacete representa a erosão e retrabalhamento das estruturas vulcânicas preexistentes, derrames e acumulações extrusivas de rochas alcalinas (Campos & Dardenne 1997a).

Na porção leste da AID do empreendimento, na porção dissecada pelo rio do Peixe e seus afluentes, encontram-se aflorantes as litologias arenosas (arenitos cineríticos) da Formação Capacete. Já, na maior parte da ADA, estas litologias acham-se recobertas por sedimentos detríticos de idade Cenozóica.

Segundo a Carta Geológica do Brasil a Milionésimo – Folha Belo Horizonte (SE 23), (CPRM,2015), o Aquífero Mata da Corda se apresenta descontínuo com extensão regional limitada e característica de aquífero livre a semiconfinado. Composto

essencialmente por arenitos cineríticos da Formação Capacete, além de lavas alcalinas e tufos da Formação Patos. Geralmente ocorre superposto ao Aquífero Areado, sendo este de produtividade média.

9.3.4 - Aquífero Cenozóico Indiferenciado

Esta unidade aquífera representada na região em que se inserem as áreas de influências do empreendimento pelos sedimentos argilo-arenosos a areno-argilosos que revestem as superfícies aplanadas do Chapadão da Ponte Firme.

Dada à elevada permeabilidade e porosidade dos materiais que compõem essa cobertura, aliadas ao relevo aplanado, espessura relativamente grande e presença de um substrato pouco permeável representado pelos siltitos da Formação Serra da Saudade e arenitos cineríticos da Formação Capacete, as águas pluviais que infiltram através da superfície se acumulam no interior da camada Cenozóica.

A maior parte da ADA se encontra no domínio do Aquífero Cenozóico. Localmente, este Aquífero possui grande importância em razão da contribuição para a elevada produtividade dos poços tubulares e para o suprimento de água às nascentes de cursos d'água existentes na borda do Chapadão da Ponte Firme.

De acordo com a Carta Geológica do Brasil a Milionésimo – Folha Belo Horizonte (SE 23), (CPRM,2015) os Aquífero de Formações Cenozóicas Indiferenciadas se caracterizam por sua descontinuidade, distribuição horizontal limitada e caráter de aquífero livre. Inclui principalmente aglomerados, areias e lateritas de coberturas detrito-lateríticas-ferruginosas de idade Cenozóica. Na ADA do empreendimento, o Aquífero de Formação Cenozóica Indiferenciado ocupa a superfície do Chapadão da Ponte Firme, onde se encontra sobrejacente ao Aquífero Mata da Corda, de produtividade baixa e Bambuí (Serra da Saudade), igualmente de baixa produtividade.

A Carta Hidrogeológica do Brasil na escala 1:1.000.000 elaborada pela CPRM (2015) – Folha SE 23 – Belo Horizonte caracteriza as unidades aquíferas presentes na região onde se insere o empreendimento com base nos intervalos de variação de suas características hidráulicas: vazão específica (Q/s), transmissividade (T), permeabilidade (k) e vazão (Q).

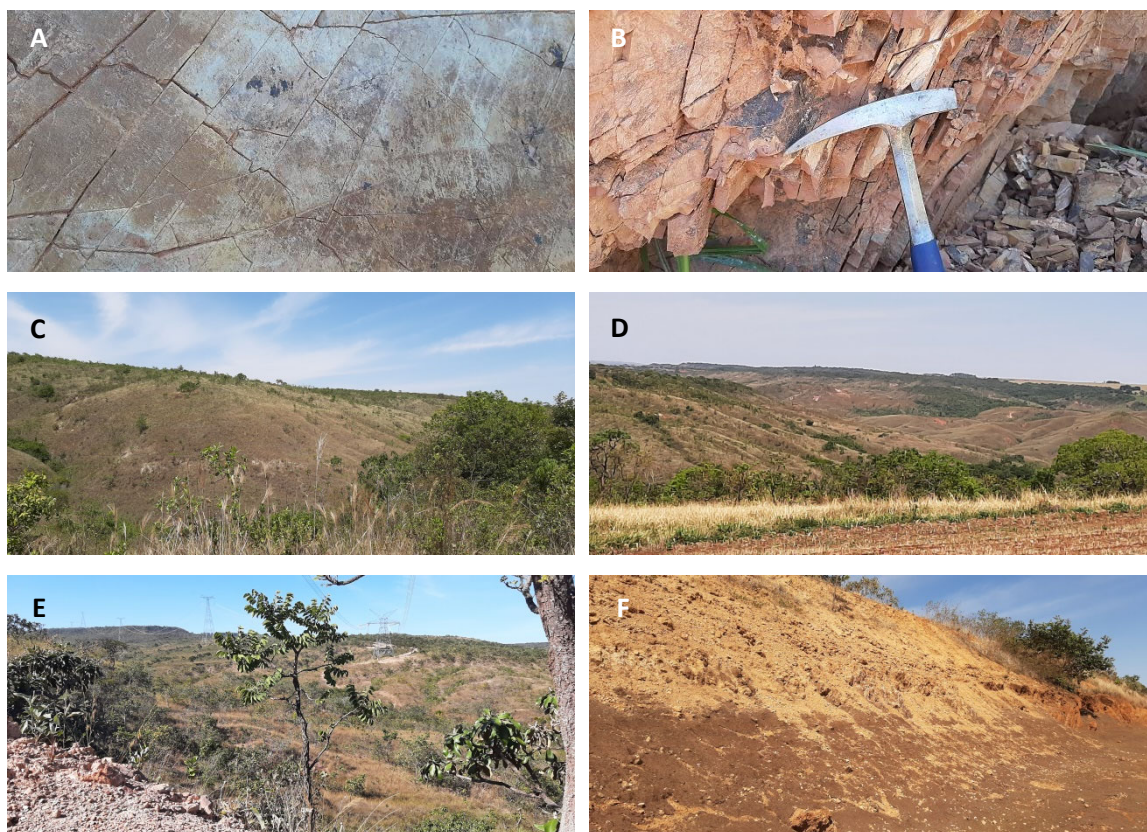
A Figura 9.3.4-1, a seguir apresenta as unidades aquíferas presentes na região em que se inserem as áreas de influência do empreendimento:

9.4 - Aspectos hidrogeológicos da Área de Influência Direta

A Área de Influência Direta - AID do empreendimento encontra-se inserida em porção de ocorrência de litologias sedimentares dos grupos Bambuí e Mata da Corda, portanto, no domínio de aquíferos poroso/fraturados. Apesar de os tipos litológicos predominantes nas duas unidades, respectivamente siltitos e arenitos cineríticos, estes apresentam porosidade granular relativamente baixa em razão da granulometria fina e/ou presença de matriz fina, desse modo, a produtividade em termos de água subterrânea depende da densidade de fraturas e de suas características quanto à abertura, persistência e comunicação.

Além das características dos tipos litológicas pouco favoráveis ao armazenamento, transmissividade e permeabilidade, a cobertura inconsolidada (saprólito e solo) de uma maneira geral apresenta pequeno desenvolvimento, com espessuras que raramente ultrapassam o limite de 1,5 m e, em muitos casos, verifica-se a exposição direta do substrato rochoso, especialmente em condição de declividade elevada do domínio dos siltitos do Grupo Bambuí (Formação Serra da Saudade) (Figura 9.4-1).

Figura 9.4-1 – feições características das unidades aquíferas presentes na AID do empreendimento. (A e B) exposição de siltitos do Grupo Bambuí (Formação Serra da Saudade) no vale do ribeirão Pirapetinga; (C, D e F) pequena espessura da cobertura inconsolidada; (E) arenito cinerítico do Grupo Mata da Corda (Formação capacete).



A baixa capacidade de armazenamento da água e a baixa permeabilidade (k) dos tipos litológicos dos Grupos Bambuí e Mata da Corda, constituem os fatores que condicionam a baixa vazão (Q) nas unidades aquíferas presentes na AID do empreendimento.

Como consequência das características hidrodinâmicas e hidrogeológicas das unidades aquíferas e do manto de alteração intempérica, a maioria dos canais de primeira ordem e alguns de segunda ordem tem o fluxo de água interrompido no período seco do ano. A exceção para a intermitência ocorre quando as nascentes estão localizadas em porções onde o relevo é pouco inclinado e o manto de alteração é mais desenvolvido. Tal condição possibilita o armazenamento de água no regolito e, consequentemente, e o suprimento às nascentes (escoamento de base). Ao mesmo tempo, a água armazenada no manto de alteração propicia a recarga dos aquíferos fraturados.

Em locais com ausência do manto de intemperismo ou onde a sua espessura é insignificante para o armazenamento, a maior parte das águas precipitadas escoam imediatamente para os cursos d'água e apenas uma pequena parcela contribui para a recarga dos aquíferos.

As Figuras 9.4-2 e 9.4-3, a seguir, mostram as duas situações observadas, principalmente na AID do empreendimento. Os canais permanentes de primeira ordem são alimentados pelo fluxo de base oriundo do manto de intemperismo. A ausência deste implica em canais intermitentes com fluxo de água no período chuvoso do ano, ou ainda, apenas nos eventos de chuvas. Na situação em que os canais de primeira ordem apresentam intermitência, o fluxo permanente só se estabelece a partir dos canais de 2ª ou 3ª ordens, quando o aquífero ou a zona freática saturada passa a contribuir de maneira efetiva (fluxo de base do aquífero).

A Figura 9.4-4 apresenta a delimitação das áreas de recarga e descarga de aquíferos nas áreas de influência do empreendimento. Atentar para a ADA, em grande parte inserida na área de descarga de aquífero.

Figura 9.4-2 – Situações distintas observadas nos canais de primeira ordem na AID do empreendimento. O fluxo permanente nos canais fluviais só ocorre quando ocorre o suprimento contínuo da água do manto de alteração (fluxo de base da zona freática). Quando esse fluxo ocorre em parte do ano, dá origem a canais intermitentes e, quando de sua inexistência, formam-se canais de águas pluviais.

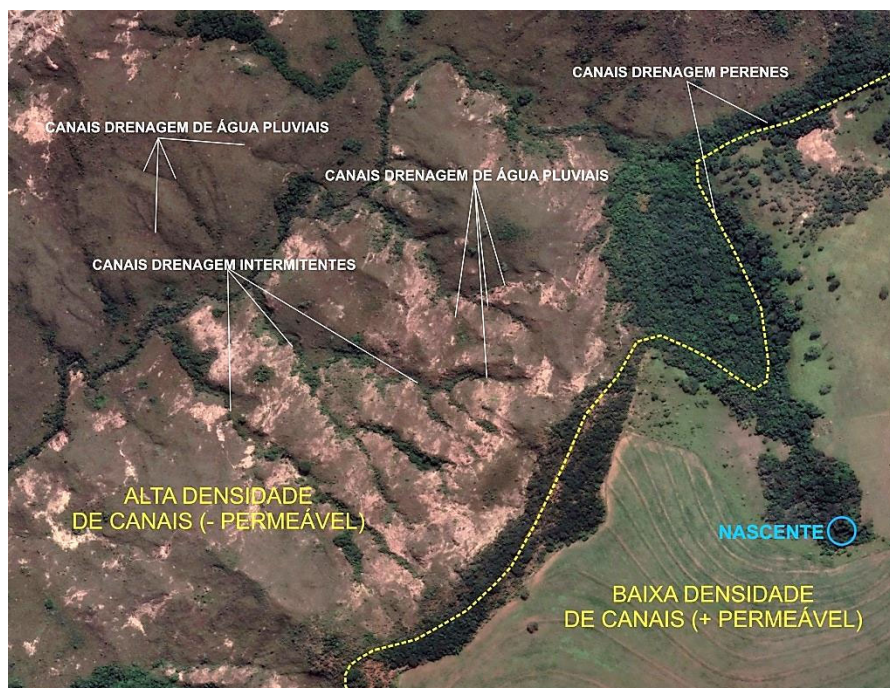


Figura 9.4-3 – Canais temporários e perenes na AID do empreendimento. Atentar para a pequena espessura do manto de alteração, o que não possibilita o armazenamento de água para o estabelecimento do fluxo de base permanente. O fluxo fluvial só se torna permanente com a contribuição do aquífero (fluxo de base do aquífero).

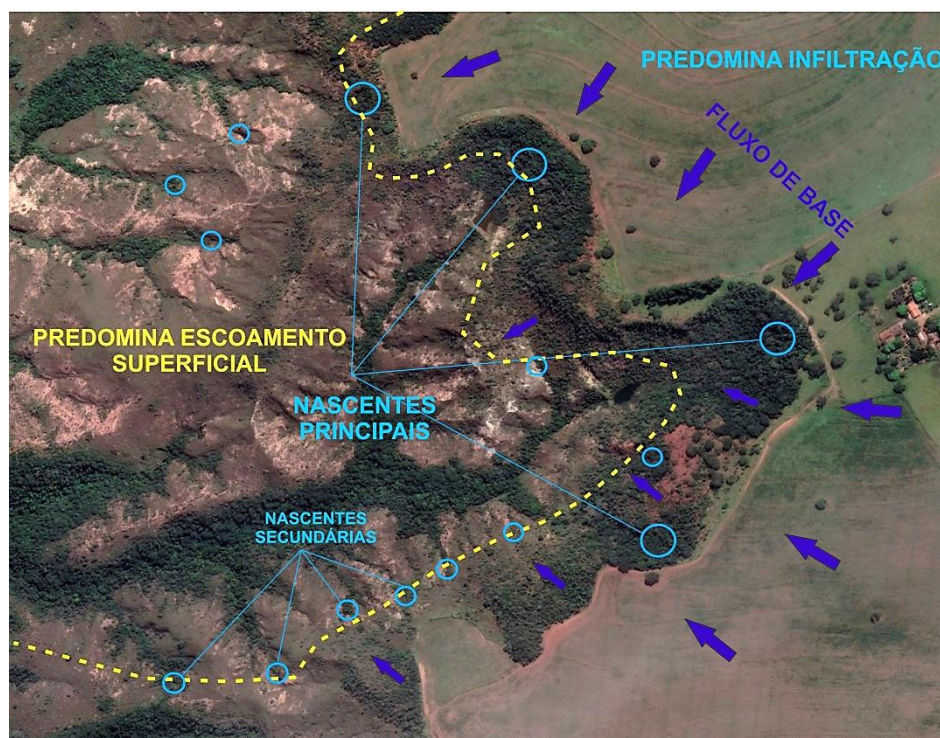
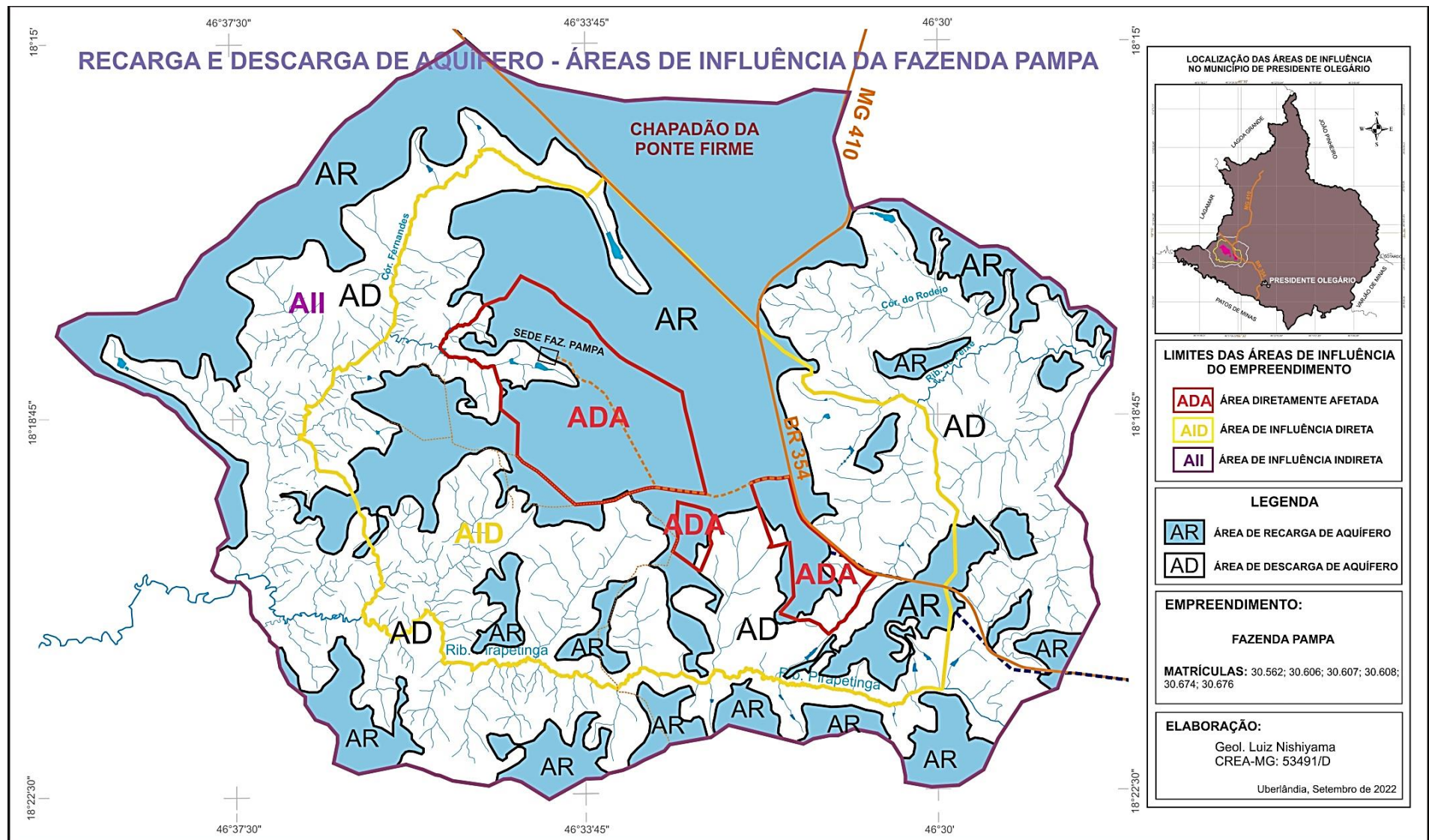
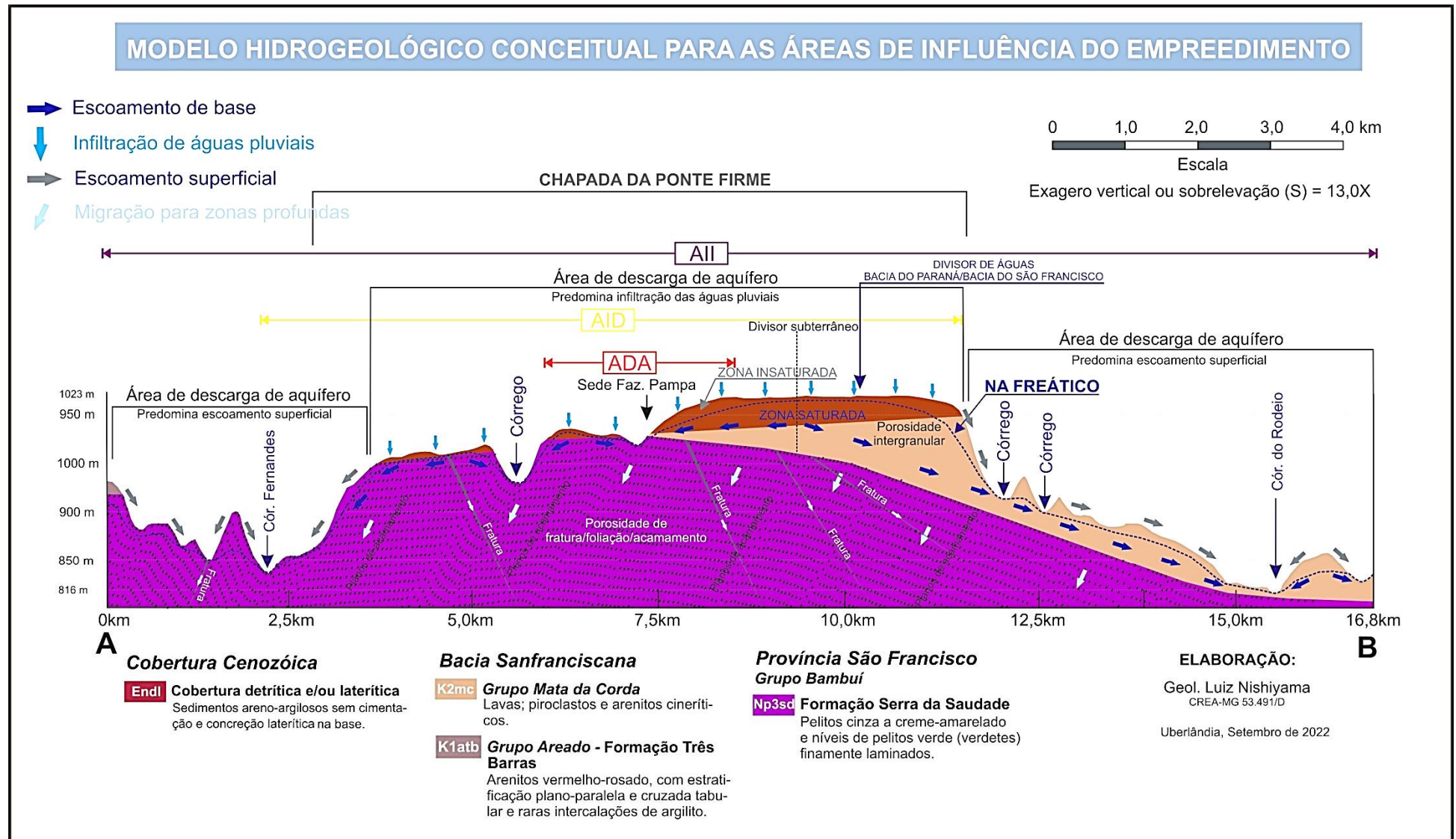


Figura 9.4-4 – Distribuição das áreas de recarga e descarga de aquíferos na AII, AID e ADA do empreendimento.



A Figura 9.4-5, a seguir, apresenta o modelo hidrogeológico conceitual para as áreas de influência do empreendimento. De acordo com esse modelo, as áreas de recarga de aquíferos são representadas pelas porções aplanadas e recobertas por materiais inconsolidados de maior espessura (cobertura Cenozóica). Ao contrário, as porções declivosas e com cobertura inconsolidada de pequena espessura representam as áreas de descarga:

Figura 9.4-5 – Modelo hidrogeológico conceitual válido para as áreas de influência do empreendimento.



9.5 - Usos da água subterrânea na AID do empreendimento

Pesquisas realizadas no Portal Info Hidro, <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/unidades-de-planejamento/baciaparanaiba/3783-dados-de-outorga-pn2> (acessado em 27/09/2022), identificaram 07 (sete) portarias de outorga para captações de água subterrânea na AID do empreendimento, todas através de poço tubular profundo. Ao estender a pesquisa para a AII do empreendimento, foram identificadas 17 (dezesete) portarias de outorga para captações de água subterrânea, conforme apresentadas na Tabela 9.5-1.

Tabela 9.5-1 – Uso das águas subterrâneas na AID do empreendimento – Portarias de Outorga.

Nº	Portaria outorga	Aquífero	Vazões (m³/h)	Usos da água declarados
01	23.381/2017	Cenozóico indiferenciado	58,2	Irrigação
02	2826/2018	Cenozóico indiferenciado	63,0	Irrigação
03	3826/2018	Cenozóico indiferenciado	119,2	Irrigação
04	1910388/2019	Cenozóico indiferenciado/Capacete	1,5	Consumo humano
05	2827/2018	Cenozóico indiferenciado	88,5	Irrigação
06	1905083/2020	Bambui (Serra da Saudade - siltitos)	2,5	Consumo humano
07	1901859/2021	Bambui (Serra da Saudade - siltitos)	5,0	Consumo humano

Ainda, foram identificadas 03 (três) captações de água subterrânea na AID do empreendimento por meio de cadastro de usos insignificantes.

A irrigação representa a principal modalidade de consumo da água subterrânea na AID do empreendimento, com 04 outorgas para essa finalidade de uso, seguida da destinação para o consumo humano, com 3 portarias.

A Figura 9.5-1 mostra a localização das captações para água subterrânea através de poços tubulares com portarias de outorga.

A Figura 9.5-2 mostra a localização das captações para água subterrânea através na modalidade de usos insignificantes.

Figura 9.5-1 - Localização das captações de água subterrânea através de poços tubulares na AID do empreendimento – Portarias de Outorga.

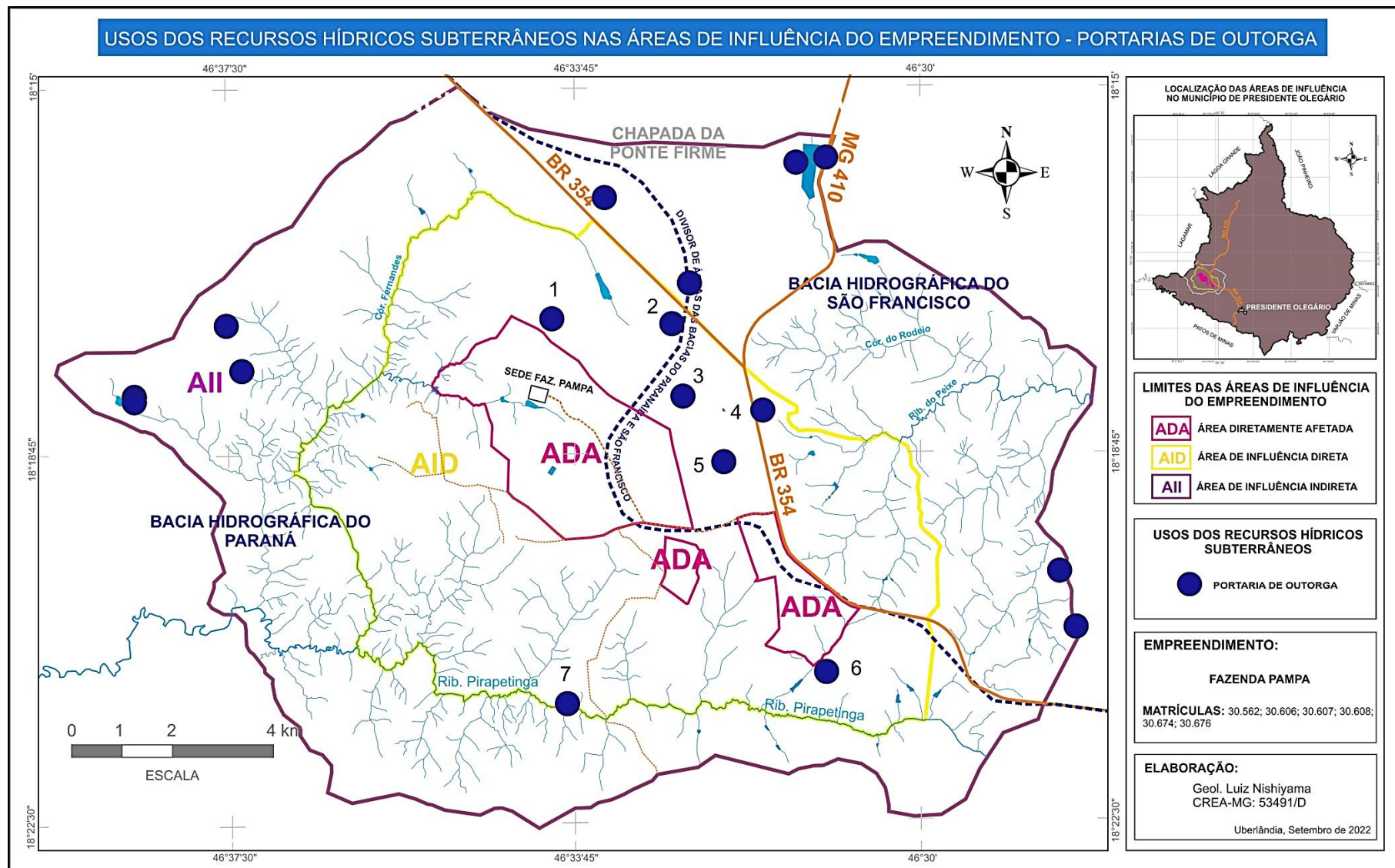
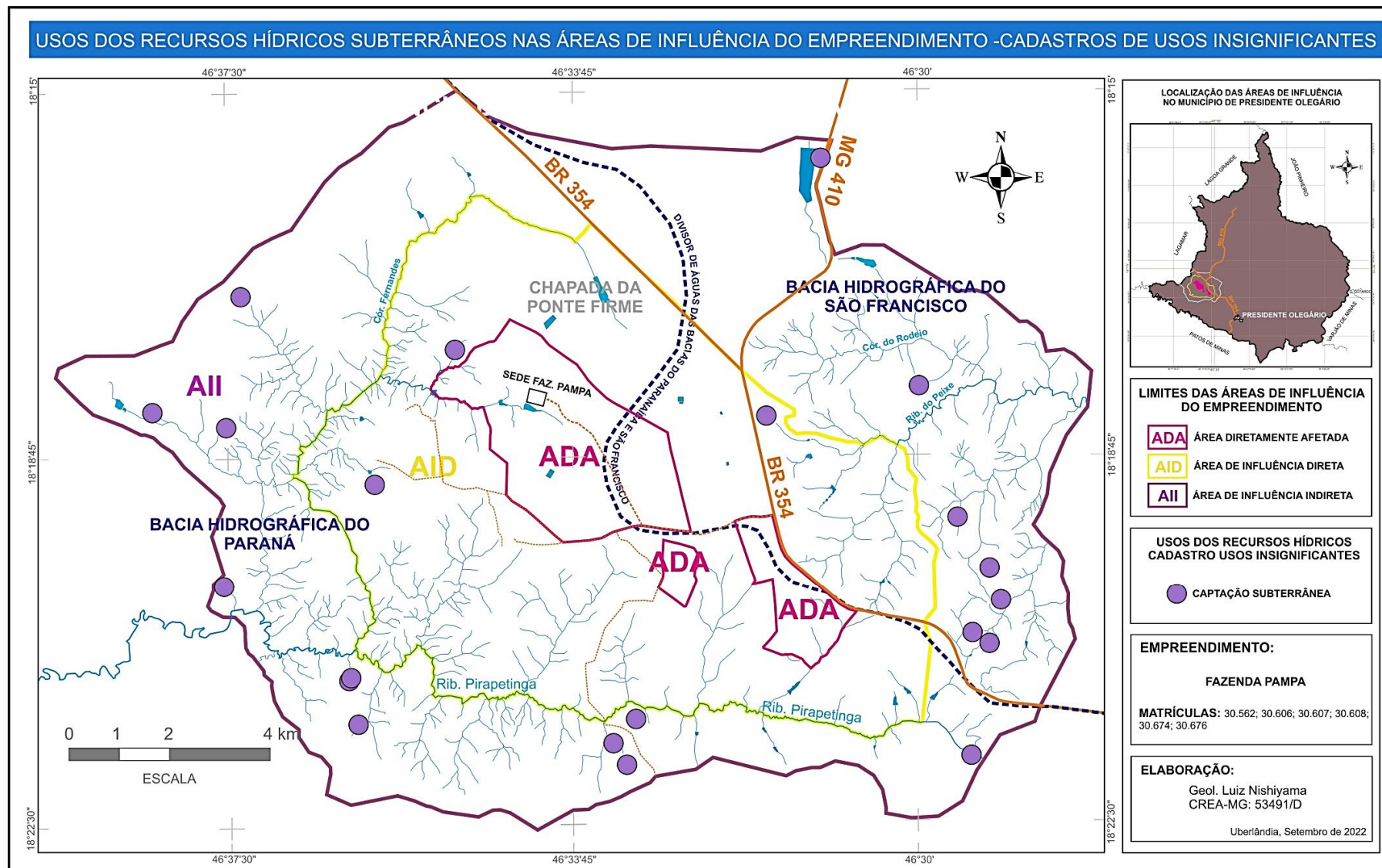


Figura 9.5-2 - Localização das captações de água subterrânea através de poços tubulares na AID do empreendimento – Cadastro usos insignificantes.



9.6 - Conclusão

A ADA e a AID do empreendimento estão localizadas em área de domínio de aquíferos porosos e fraturados relacionados às rochas sedimentares dos grupos Bambuí e Mata da Corda. Siltitos do Grupo Bambuí – Formação Serra da Saudade e arenitos cineríticos do Grupo Mata da Corda – Formação Capacete apresentam características hidrodinâmicas vazão específica (Q/s), transmissividade (T), permeabilidade (k) e vazão (Q) relativamente baixas quando comparadas a outros aquíferos granulares devido às características granulométricas e de cimentação. Desse modo, a produção de água depende, em grande parte, da densidade de fraturamento, abertura, persistência, intercomunicação entre as fraturas.

Em grande parte da AID do empreendimento o manto de intemperismo (solo e saprolito) é pouco desenvolvido, principalmente nas porções de ocorrência de siltitos da Formação Serra da Saudade e arenitos cineríticos da Formação Capacete. Também, podem ser identificadas porções relativamente extensas com exposição de rocha, sobretudo em condições de declividades acentuadas, como podem ser observadas nas vertentes fluviais do ribeirão Pirapetinga e seus afluentes. Tais condições limitam a percolação e o armazenamento de água, tanto no manto de alteração quanto no aquífero, predominando assim, o escoamento superficial.

Desse modo, as porções declivosas dos vales dos ribeirões Pirapetinga e do Peixe podem ser consideradas áreas de descarga de aquífero.

Por outro lado, nos locais onde a camada pedológica é espessa e o material sedimentar é poroso e permeável, condições estas observadas na superfície do Chapadão da Ponte Firme, predomina a infiltração sobre o escoamento superficial das águas pluviais e o armazenamento da água infiltrada. A água armazenada no regolito e na camada de sedimentos Cenozóicos, migra através de seus poros para o interior do aquífero subjacente (Mata da Corda).

A água armazenada durante o período chuvoso do ano na camada sedimentar Cenozóica também migra em direção às cabeceiras de drenagens como escoamento de base, sendo este escoamento responsável pelo suprimento de água às nascentes. Em quase totalidade da ADA prevalecem estas condições, o que explica a existência de poços tubulares com elevada produção de água.

As porções declivosas dos cursos fluviais do Pirapetinga e do Peixe , ao contrário, são alimentadas pelo escoamento de base do aquífero poroso/fraturado (Bambuí e Mata da Corda), constituindo locais de descarga.

É importante ressaltar que as áreas de armazenamento de água de infiltração são predominantemente ocupadas pela agricultura, sobretudo pelos tratos culturais anuais. Ao contrário, nas porções declivosas o uso do solo é restrito e, desse modo, boa parte da vegetação nativa se encontra preservada.

Portanto, a condição de área de recarga de aquífero representada pela superfície plana do chapadão da Ponte Firme, a característica de aquífero poroso e permeável, e o uso do solo pela agricultura anual impõem uma maior susceptibilidade à contaminação da água subterrânea.

Foram levantadas na ADA/AID do empreendimento apenas 07 (sete) captações de água subterrânea realizadas por meio de poços tubulares em uma área de 8.288 Ha. Desse total, 04 (quatro) captações se encontram em área de recarga (3.660 Ha), ou seja, 01 (hum) poço para cada 980 Ha, o que caracteriza uma condição de baixa densidade de poços tubulares.

A baixa densidade de poços tubulares na ADA/AID do empreendimento permite afirmar que o regime de bombeamento a eles impostos não representa risco de rebaixamento do aquífero e, tampouco, para a perenidade das nascentes.

9.7 - Bibliografias

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em:

<<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrológicas/redehidro.aspx>>.

Acesso em: 01 maio 2017.

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

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

BATEZELLI A.; SAAD A.R.; FULFARO V.J.; CORSI A.C.; LANDIM P.M.B e JOSÉ PERINOTTO, J.A. de J. **Análise de bacia aplicada às unidades Mesozóicas do Triângulo Mineiro (Sudeste do Brasil): uma estratégia na prospecção de recursos hídricos subterrâneos**. São Paulo, 2005: Águas Subterrâneas – ABAS. Vol.19, Nº 1.

BERTOL, G. A. **Avaliação da recarga anual no aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais**. 2007. 111 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geologia. Instituto de Geociências, UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais.

COELHO, J.C.C; MARTINS-NETO, M.A.; MARINHO, M.S. **Estilos estruturais e evolução tectônica da porção mineira da bacia proterozóica do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências. 38(2): 149-165, 2008.

CORSI, A. C. **Compartimentação morfoestrutural da região do Triângulo Mineiro (MG)**: aplicado a exploração de recursos hídricos subterrâneos. 2013. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

ELIS W.R. **Prospecção de águas subterrâneas com uso de métodos geofísicos**. Grupo de Pesquisa em Geofísica Aplicada (sem data).

FERNANDES, L.A. & COMBRA, A.M. **Revisão estratigráfica da parte oriental da bacia Bauru (Neocretáceo)**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo: 30(4): 717 – 728, 2000.

FERNANDES, L.A. **Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG)**, escala 1:1.000.000. Editora UFPR, Curitiba: Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 53-66, 2004.

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

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

GOOGLE EARTH - MAPAS. <http://mapas.google.com>. Consulta realizada em 27/05/2019

http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/hidrogeologicos_pol (Acessado em 28/05/2019).

WebGis-1707_mg_dominios

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Bacia hidrográfica do Rio Paranaíba**. 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/153>>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Geras**. 2006. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/PERH/perhnet.pdf>> Acesso em 18 de novembro de 2017.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná**. Revista Brasileira de Geociências, 1998, p. 473-484.

MINAS GERAIS. Cleide Izabel Pedrosa de Melo. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Org.). **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**. Belo Horizonte: Igam, 2008. 85 p.

NAVARRO, G. R. B.; ZARNARDO, A.; CONCEIÇÃO, F. T. **O Grupo Araxá na região sul-sudoeste do Estado de Goiás**. Revista do Instituto de Geociências – USP. Série cient., São Paulo, v. 13, n. 2, p. 5-28, 2013.

RADAM BRASIL Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro (RJ), Folha SE, 22. Goiânia, v.31, 1983.

SEER, H. J. **Evolução tectônica dos Grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Minas Gerais**. Brasília, Tese de Doutorado, IG-UNB, 267 p, 1999.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Carta hidrogeológica do Brasil ao milionésimo - Folha SE 23 – Belo Horizonte, 2015.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Carta geológica do Brasil ao milionésimo - Folha SE 23 – Belo Horizonte, 2004.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Bauru–Caiuá no Estado de Minas Gerais. Bacia Sedimentar do Paraná. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012. 35 p, il. v.13.

SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. **Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozoicas interiores**. In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.) CPRM, Brasília, 2003. p. 55-85.

TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI Recursos Hídricos no Século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328p.

VALENTE, O.F. 2005. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras / Osvaldo Ferreira Valente, Marcos Antônio Gomes. – Viçosa, MG : Aprenda Fácil. 210p.

10 - DIAGNÓSTICO ESPELEOLÓGICO NA ADA/AID DA FAZENDA PAMPA

10.1 - Introdução

O presente diagnóstico espeleológico foi realizado em cumprimento à Instrução de Serviço 08/2017 do SISEMA/MG, legislação vigente no âmbito do licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais, que *“dispõe sobre os procedimentos para a instrução dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos efetiva ou potencialmente capazes de causar impactos sobre cavidades naturais subterrâneas e suas áreas de influência”*.

De acordo com a referida IS, em um processo de licenciamento ambiental convencional, os empreendimentos devem apresentar um laudo espeleológico contendo estudos específicos conforme as características da área do projeto.

10.2 - Metodologia adotada para o diagnóstico espeleológico

Diagnóstico espeleológico nos limites da ADA e AID da Fazenda Pampa foram realizados com base no Termo de Referência e na legislação pertinente.

De antemão, as informações espeleológicas foram levantadas em fontes secundárias constantes nos documentos especializados relativos à região e às áreas de influência do empreendimento, tais como: trabalhos acadêmicos (artigos científicos, monografias, dissertações de mestrado, teses de doutorado); publicações de órgãos ligados às áreas de geologia, geomorfologia e meio ambiente (CPRM, IBGE, ICMBio, dentre outros); Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavidades no Brasil (Cecav/ICMBio), geológicos (CPRM) e geomorfológico.

De posse das informações bibliográficas preexistentes que versam sobre a espeleologia da região, passou-se à fase de investigação direta em trabalhos de escritório e de campo. Inicialmente, buscou-se reconhecer em imagens de satélite quaisquer evidências na superfície do terreno que pudessem ser favoráveis ao desenvolvimento de cavidades, em especial a ocorrência de rochas carbonáticas. Desse modo, procuraram-se identificar indícios de feições cársticas observáveis na superfície do terreno (exocarte) decorrentes de processos de dissolução de rochas, tais como: lapíás, de subsidência com formação de dolinas, sumidouro e ressurgência de cursos d'água.

Findada a fase de trabalhos de escritório, seguiram-se aos levantamentos de campo. Primeiramente foram coletadas informações verbais junto aos residentes de propriedades rurais do entorno da Fazenda Pampa acerca do conhecimento da existência de cavidades subterrâneas na área investigada. Na sequência, foram realizadas investigações visuais diretas no campo ao longo de traçados pré-estabelecidos, os quais privilegiaram as áreas com características geológicas e geomorfológicas de maior interesse.

A integração das informações obtidas de procedimentos de investigação adotados possibilitou a avaliação do potencial espeleológico da ADA e da AID do empreendimento e de seu entorno.

A legislação de referência que embasou o estudo espeleológico na AID do empreendimento foi o Decreto Nº 6.640, de 07 de novembro de 2008, que define **cavidades naturais**, em seu parágrafo único, da seguinte maneira:

“Cavidade natural subterrânea é qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecida como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante” (DECRETO Nº 6640, de 07/11/2011).

As investigações espeleológicas na ADA e AID do empreendimento abrangeram feições de superfície indicativas de processos espeleogenéticos denominados exocársticos conforme especificado nas instruções contidas na IN 02/2009 do Ministério do Meio Ambiente que dispõe sobre a regulamentação dos estudos de Valoração de Cavidades Naturais Subterrâneas. Também, basearam-se nos parágrafos 1º, 2º, 3º e 4º do Art. 14 da referida Instrução Normativa, conforme transcritos a seguir:

§ 1o As análises referentes ao enfoque local são delimitadas pela unidade geomorfológica que apresente continuidade espacial, podendo abranger feições como serras, morrotes ou sistema cárstico, o que for mais restritivo em termos de área, desde que contemplada a área de influência da cavidade.

§ 2o As análises referentes ao enfoque regional são delimitadas pela unidade espeleológica.

§ 3o Entende-se por unidade espeleológica a área com homogeneidade fisiográfica, geralmente associada à ocorrência de rochas solúveis, que pode congrega diversas formas do relevo cárstico e pseudocárstico tais como dolinas, sumidouros, ressurgências, vale cegos, lapiás e cavernas, delimitada por um conjunto de fatores ambientais específicos para a sua formação.

§ 4o Os estudos espeleológicos poderão utilizar métodos analíticos e descritivos para a avaliação e a integração de dados e informações.

Outros documentos normativos e legislativos foram consultados, tais como: IN 30/2012 do Instituto Chico Mendes de Preservação da Biodiversidade - ICMBio e Resolução Conama 347/04, que dispõem sobre a Preservação e Conservação do Patrimônio Espeleológico Nacional.

Os trabalhos de investigação espeleológica na ADA e AID do empreendimento seguiram as seguintes etapas de trabalho:

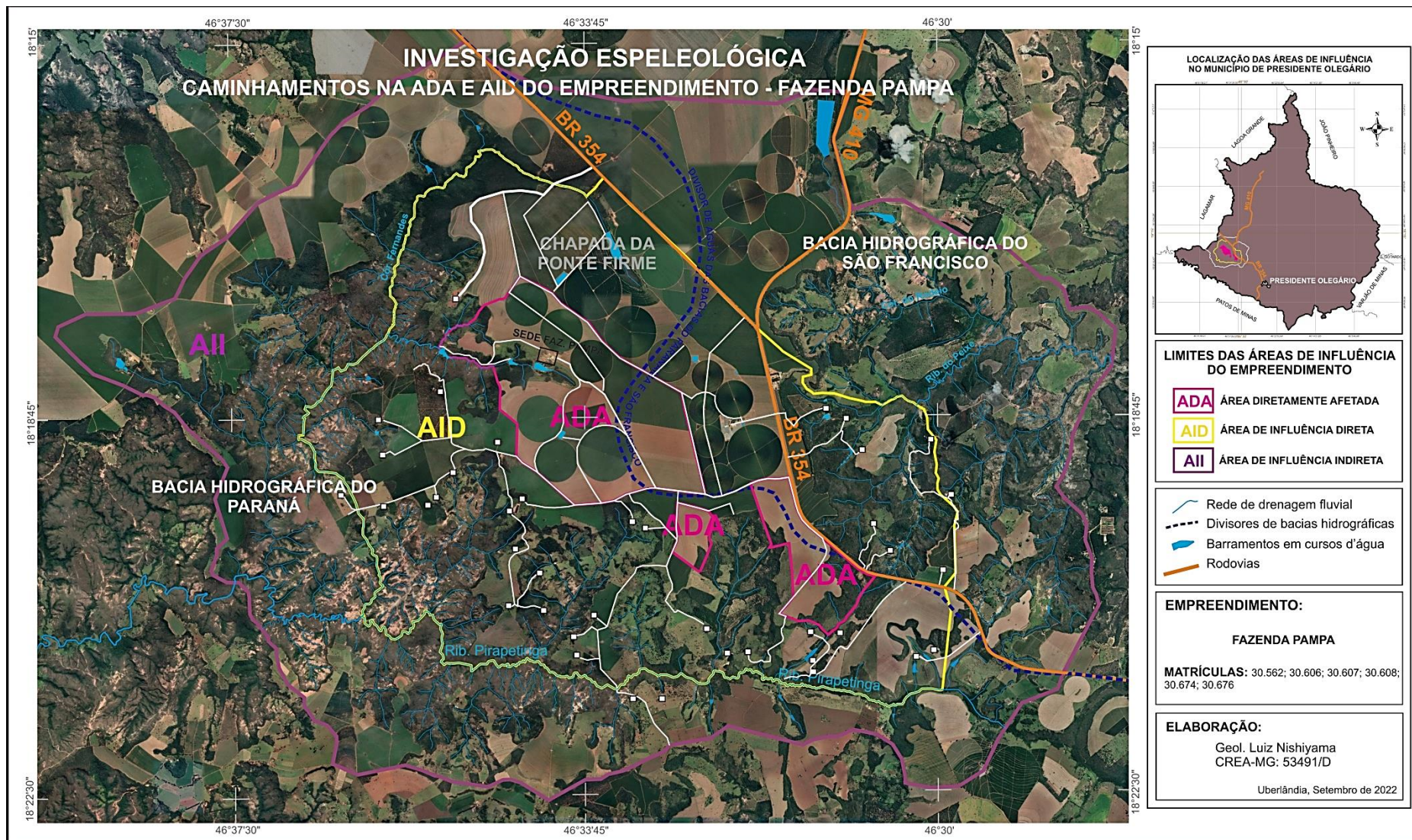
10.3 – Etapas do estudo espeleológico na ADA/AID da Fazenda Pampa

Etapas 1 - Consultas em referências bibliográficas e bancos de dados – Consultas em fontes bibliográficas de dados secundários abrangeram as seguintes publicações nas áreas de geologia, geomorfologia, espeleologia e pedologia, conforme a sua natureza: cunho acadêmico (monografias, dissertações de mestrado e teses de doutorado); artigos científicos publicados em periódicos; trabalhos apresentados em anais de eventos científicos; mapeamentos espeleológicos, geológicos, geomorfológicos e pedológicos realizados por instituições de ensino e pesquisa, órgãos governamentais, dentre outros; trabalhos técnicos; além de consultas a bancos de dados oficiais do CANIE/CECAV.

Etapas 2 - Interpretação de imagens de satélite e documentos cartográficos diversos – Os trabalhos de investigação realizados nessa etapa tiveram dois objetivos: 1º) identificar os indicadores (atributos) favoráveis ao desenvolvimento e/ou ocorrências de cavidades naturais na ADA/AID do empreendimento, tais como: geológicos (tipos litológicos, feições tectônicas em escala regional e local e afloramentos rochosos) e geomorfológicos (escarpamentos, afloramentos rochosos, vales profundos, rede de drenagem e feições cársticas de dissolução – lapiás, subsidências, dolinas, sumidouros dentre outros) e; 2º) de posse dos resultados da interpretação de imagens de satélite e mapas diversos, definir os percursos e os pontos de interesse para investigação de campo.

Etapa 3 - Levantamentos de campo - Os trabalhos de investigação de campo consistiram em: 1º) inicialmente, em consultas verbais a residentes/proprietários rurais na ADA/AID e no seu entorno próximo, questionando-os sobre o seu conhecimento acerca de ocorrências de cavidades e; 2º) em seguida, foram realizadas investidas em traçados previamente definidos na etapa anterior visando identificar o(s) tipo(s) litológico(s) presente (s) e a ocorrência de quaisquer feições que possam remeter aos processos cársticos (exo e endocárstico) e registro fotográfico (Figura 10.3-1).

Figura 10.3-1 – Representação dos traçados (representados pelas linhas brancas) percorridos na ADA e AID do empreendimento durante os levantamentos de campo. Os polígonos brancos representam as sedes de propriedades rurais visitadas para coleta de informações sobre ocorrências de cavidades. (Fonte Google Earth, 2022).



Etapa 4 – Trabalhos de escritório – Uma vez encerradas as etapas anteriores passou-se a fase de elaboração do relatório final e da conclusão das investigações da área em questão. Nessa etapa, foram confeccionados mapas e perfis que, além de facilitar a compreensão das características geológicas e espeleogenéticas, auxiliaram na conclusão do presente diagnóstico.

10.4 – Potencial espeleológico da ADA/AID do empreendimento

O potencial espeleológico da ADA/AID do empreendimento Fazenda Pampa seguiu duas linhas de procedimentos: 1º) consulta às bases de dados espeleológicos do **Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBIO)** com o objetivo de levantar cavidades já cadastradas e; 2º) delimitação de áreas com maior possibilidade de ocorrência de cavidades na ADA/AID do empreendimento baseada em atributos geológicos (litologias e estruturas rochosas) e geomorfológicos (relevo, escarpas, feições morfológicas do relevo, dentre outros).

10.4.1 - Pesquisa em base de dados do CECAV/ICMBIO

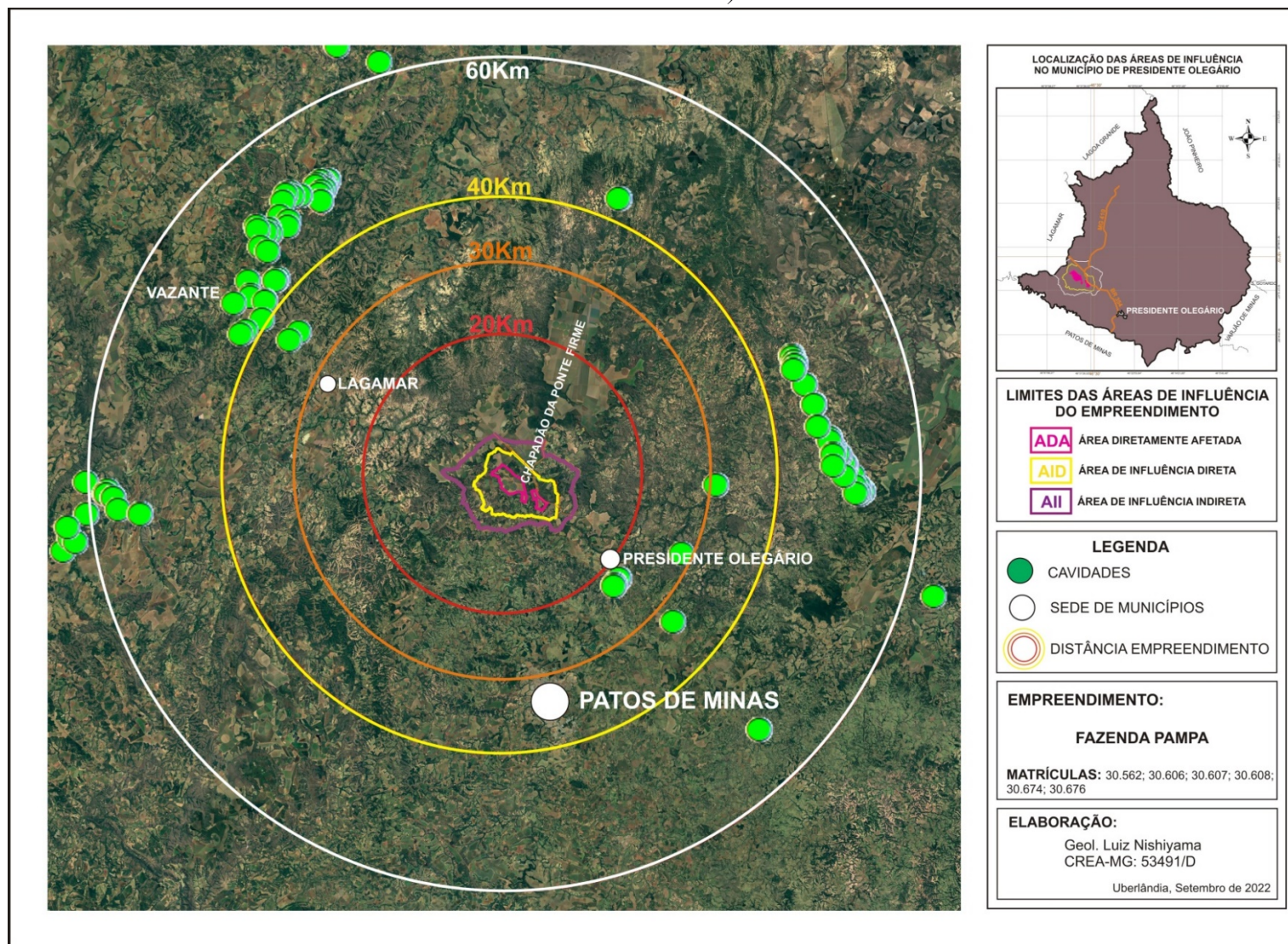
A consulta ao banco de dados do CECAV/ICMBIO revelou que, de acordo com o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), ocorrem 143 (cento e quarenta e três) cavidades naturais cadastradas em um raio de 60 km da AID/ADA do empreendimento, as quais estão localizadas nos municípios de Vazante, Lagamar e Presidente Olegário. No município de Vazante detém 56 (cinquenta e seis) registros de cavidades no banco de dados, em distância variável entre 50 e 36 quilômetros, em linha reta, da sede da Fazenda Pampa. No município de Lagamar encontram-se cadastradas 13 (treze) ocorrências as quais distam entre 45 e 30 quilômetros. No município de Presidente Olegário encontram-se registradas no sistema 74 (setenta e quatro) cavidades, que se distribuem entre 32 e 22 quilômetros de distância da sede da Fazenda Pampa, conforme podem ser observadas na Figura 02.

Salienta-se que, a grande maioria das cavidades cadastrada no banco de dados do CECAV/ICMBIO, localizadas até um raio de até 60 km, encontra-se desenvolvida em rochas calcárias e, secundariamente, em arenitos cineríticos e rochas vulcânicas do Grupo Mata da Corda.

A Figura 10.4.1-1 mostra a localização das cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE/) em um raio de até 60 quilômetros da

ADA do empreendimento. A circunferência traçada em cor branca representa o raio de 60 Km; amarela 40 km, laranja 30 km e vermelha 20 km.

Figura 10.4.1-1 – Cavidades registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) até um raio de 60 da AID/ADA do empreendimento. (Fonte: CECAV/ICMBIO).



10.5 – Geologia

Estudos dos aspectos geológicos da ADA/AID da Fazenda Pampa com vistas à investigação espeleológica consistiram, primeiramente, em pesquisas de informações secundárias acerca do tema geologia em publicações acadêmicas e técnicas, relatórios técnicos, mapas temáticos, entre outros com o objetivo de reconhecimento e caracterização dos aspectos geológicos gerais e específicos. Findada a fase de pesquisa de dados secundários, passou à interpretação de imagens de satélite para a elaboração do mapa geológico preliminar. De posse do mapa geológico preliminar, iniciaram-se os levantamentos de campo com o objetivo de confrontar as informações contidas no mapa preliminar e, se necessário, realizar a devida correção.

10.5.1 – Contexto geológico regional

No contexto geológico regional, a ADA/AID do empreendimento localiza-se no domínio da grande unidade geotectônica denominada Cráton do São Francisco, sobre o qual foram depositados sedimentos da Bacia do São Francisco. Localiza-se próxima ao limite com outras duas grandes unidades geotectônicas pertencentes à Plataforma Sul Americana, a saber: Bacia Sedimentar do Paraná, Faixa de Dobramentos Brasília.

- O Cráton do São Francisco

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. Dessa forma, as camadas sedimentares depositadas sobre o Cráton do São Francisco apresentam-se praticamente sem alteração na sua atitude, com estratos horizontais a subhorizontais.

Desse modo, segundo Almeida (1977), o Cráton São Francisco corresponde à porção da Plataforma Sul-Americana consolidada como segmento litosférico no Arqueano e moldada pela orogênese brasileira (650-450 Ma).

- Bacia Sedimentar do São Francisco

A evolução tectono-sedimentar da Bacia Sedimentar do São Francisco ainda é controversa, pois não há unanimidade em relação aos processos que atuaram no seu desenvolvimento.

Para Alkmim & Martins-Neto (2001), a Bacia Sedimentar do São Francisco corresponde a uma bacia intracratônica que recobre o embasamento do Cráton do São Francisco. Abrange áreas dos estados de Minas Gerais, Bahia, Goiás e Tocantins. O preenchimento desta bacia apresenta uma evolução poli-histórica representada por unidades estratigráficas com características distintas e idades que variam do Paleo/Neoproterozóico ao Cretáceo Superior.

Desde o Paleozóico até o recente, vários estágios tectônicos controlados por períodos de relativa estabilidade, rápidas inversões nos campos de tensão extensivos/compressivos e movimentos verticais de compensação isostática marcaram a gênese e evolução da bacia.

Alkmim e Martins-Neto (2001) apresentam a estratigrafia da bacia sanfranciscana, composta pelas seguintes unidades: Supergrupo Espinhaço (Paleo/Mesoproterozóico); Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico); Grupo Santa Fé (Paleozóico); e Grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia (Cretáceo). O Quadro 10.5.1-1, a seguir, apresenta uma síntese estratigráfica da Bacia Sedimentar do São Francisco:

Quadro 10.5.1-1 - Síntese estratigráfica da Bacia Intracratônica do São Francisco.

UNIDADE		IDADE	AMBIENTE	BACIA	PRINCIPAIS ROCHAS
Grupo Urucuia		Cretáceo	Eólico	Aulacógeno	Arenitos
Grupo Mata da Corda			Marinho		Vulcânicas alcalinas
Grupo Areado			Flúvio-lacustre		Conglomerados e arenitos
Grupo Santa Fé		Permo-carbonífero	Glaciomarinho	Sinéclise	Diamictitos e folhelhos
Supergrupo São Francisco	Grupo Bambuí	Neoproterozóico	Marinho Plataformar	Antepaís	Siltitos, calcipelitos, arenitos, conglomerados e carbonatos
	Grupo Macaúbas		Glaciocontinental	Rifte	Diamictitos e arenitos
Supergrupo Espinhaço		Mesoproterozóico	Eólico	Aulacógeno	Quartzitos
		Paleoproterozóico	Marinho		
Embasamento		>1,8 Ga			Gnaisses

Fonte: Adaptado de Alkmim e Martins-Neto (2001) e Baptista (2004).

Fragoso et al. (2011) apresentam a caracterização geológica regional referente a Bacia Sedimentar do São Francisco na região Noroeste de Minas Gerais. Segundo os autores mencionados afloram na região essencialmente associações rochosas pertencentes à Bacia do São Francisco. Os litotipos mais antigos são atribuídos ao Neoproterozóico e correspondem ao Grupo Bambuí. Nesta unidade foram reconhecidas as formações Lagoa do Jacaré (calcarenito, calcissiltito, biolitito, dolomito, marga e siltito), Serra da Saudade (siltito e lentes de calcissiltito) e Três Marias (arenito feldspático e siltito), sendo ainda acrescida da recém designada Formação Lagoa Formosa (siltito e diamictito). De maneira geral, estas associações litológicas correspondem a uma sedimentação marinha plataformar. Em discordância com o Grupo Bambuí ocorrem espessos depósitos Cretácicos pertencentes aos grupos Areado e Mata da Corda. Estas unidades têm sua gênese relacionada ao estiramento crustal produzido durante a abertura do Atlântico Sul. No Eocretáceo esta fase de tectônica distensiva foi responsável pela formação de um conjunto de falhamentos normais e pela reativação de algumas descontinuidades Proterozóicas. A partir da movimentação de blocos se desenvolveu uma bacia receptora, com geometria *graben-horst*, onde depositaram as

formações Abaeté (conglomerados, brechas e arenitos), Quiricó (siltito, argilito, folhelho e subordinadamente, arenito fino a grosso) e Três Barras (arenitos estratificados), pertencentes ao Grupo Areado. Por fim, rochas vulcânicas piroclásticas e epiclásticas atribuídas ao Grupo Mata da Corda evidenciam uma atividade magmática ocorrida durante o Neocretáceo.

10.5.2 – Contexto local da geologia

Mapeamento geológico realizado na ADA/AID do empreendimento para a elaboração do presente diagnóstico espeleológico resultou na identificação das seguintes unidades geológicas pertencentes às Bacias do São Francisco e Sanfranciscana: Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí), Formação Três Barras (Grupo Areado), Formação Capacete (Grupo Mata da Corda). Ainda, sobre as Formações Três Barras e Capacete na porção que corresponde a uma superfície de chapada, conhecida pelo nome de Chapadão da Ponte Firme, encontra-se presente uma espessa camada de sedimento de idade Cenozóica.

- Formação Serra da Saudade

Esta unidade geológica caracterizada em campo é localmente constituída de siltitos lilás com níveis de siltitos esverdeados denominados de verdetes, ambas finamente laminadas. Estruturalmente, os tipos litológicos pertencentes a esta unidade geológica mostram elevado grau de mergulho da estrutura sedimentar original (planos de acamamento), feição esta indicativa de atividade tectônica que alterou a atitude das camadas siltosas.

Dada à proximidade da área avaliada em relação à faixa de Dobramento Brasília, localizada a menos de 70 quilômetros, não se descarta a possibilidade de influência da atividade tectônica responsável pela deformação que resultou na formação daquela faixa de dobramento durante o Ciclo Brasileiro, ocorrida há cerca de 550 milhões de anos.

Durante os trabalhos de campo, nas porções de exposição da Formação Serra da Saudade, não foram observados quaisquer aspectos geológicas e geomorfológicas que pudessem sugerir evidências de processos espeleogenéticos internos e externos.

As Figuras 10.5.2-1 a 10.5.2-5 mostram os tipos litológicos identificados durante o levantamento de campo realizado na área avaliada e pertencentes à Formação Serra da Saudade.

A Figura 10.5.2-6 apresenta o mapa geológico da área avaliada para o estudo espeleológico, a qual inclui a ADA e a AID e seu entorno.

Figura 10.5.2-1 – Siltito lilás e verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para o elevado ângulo de mergulho da laminação original.



Figura 10.5.2-2 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.



Figura 10.5.2-3 – Siltito lilás pertencentes à Formação Serra da Saudade.



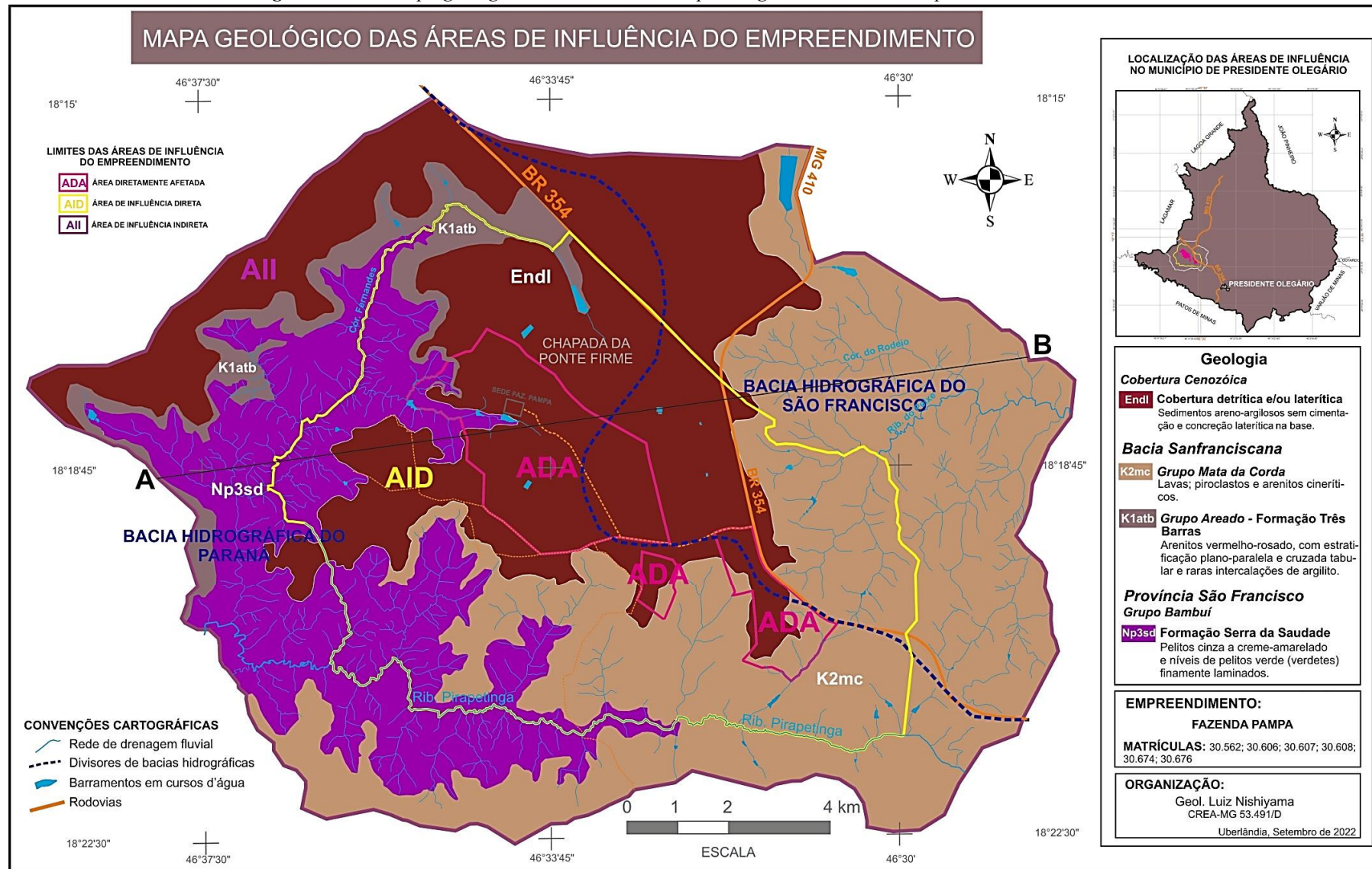
Figura 10.5.2-4 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade.



Figura 10.5.2-5 – Siltito verde (verdete) pertencentes à Formação Serra da Saudade. Atentar para a deformação (dobra) e alto ângulo de mergulho da laminação.



Figura 10.5.2-6 Mapa geológico da área do estudo espeleológico da Fazenda Pampa, com inclusão da AII.



– Formação Três Barras

Esta unidade geológica aflora em área restrita da AID ao longo da borda da chapada (Chapadão da Ponte Firme), e recoberta por sedimentos recentes de idade Cenozóica.

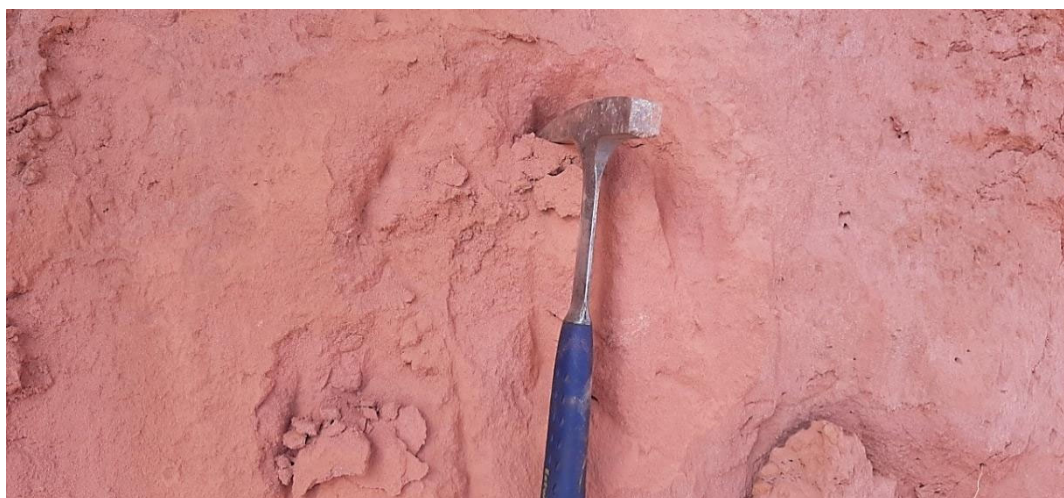
Desse modo, os arenitos da unidade Três Barras afloram apenas nas bordas desse relevo residual, mesmo assim, na maioria das vezes estão recobertos por uma espessa camada coluvial.

Nos raros afloramentos visitados percebeu-se tratar de arenito com teor elevado de matriz (silte e argila), feldspático (arcoseano) denunciado por manchas esbranquiçadas caulíníticas, condição que impõem uma coloração vermelho rosado com mosqueamento aparente (Figuras 10.5.2-7 e 10.5.2-8).

Figura 10.5.2-7 – Afloramento de arenito feldspático pouco cimentado da formação Três Barras junto à borda do Chapadão da Ponte Firme.



Figura 10.5.2-8 - Arenito Arenito feldspático pouco cimentado da formação Três Barras junto à borda da Chapadão da Ponte Firme.



Nos afloramentos da unidade Três Barras o tipo litológico predominante (arenito) mostrou-se pouco cimentado, o que o torna muito frágil aos processos erosivos. As escarpas erosivas embora ostentem acentuada verticalidade, condição que sugere aparente resistência mecânica dos arenitos, na realidade se deve à ocorrência de um nível métrico concrecionário de óxido de ferro (laterita) no contato com a cobertura Cenozóica.

Nos pontos visitados na área de ocorrência da Formação Três Barras, com vistas à busca de evidências de ocorrência de cavidades, especialmente concentrados nas bordas do Chapadão da Ponte Firme, não foram observadas quaisquer feições geológicas e geomorfológicas que pudessem indicar algum processo espeleogenético interno ou externo.

– Cobertura Cenozóica

Materiais sedimentares de idade Cenozóica ocorrem revestindo a superfície de Chapadão da Ponte Firme. São constituídos de materiais pouco consolidados e de textura areno-argilosa contendo quantidades variáveis de nódulos milimétricos de óxido de ferro.

Na base do pacote ocorre um nível métrico concrecionário de laterita férrica, possivelmente gerado pela redução do óxido de ferro nas porções superiores do perfil, transporte em meio aquoso e novamente precipitação sob a forma de óxido de ferro no contato com a unidade Três Barras ou Capacete.

Interpretação de imagem de satélite abrangendo a superfície do Chapadão da Ponte Firme e caminhamentos realizados no campo não evidenciaram quaisquer evidências de processos e feições espeleogenéticos (dissolução, subsidência, sumidouro, lapiás, dolinas, dentre outros).

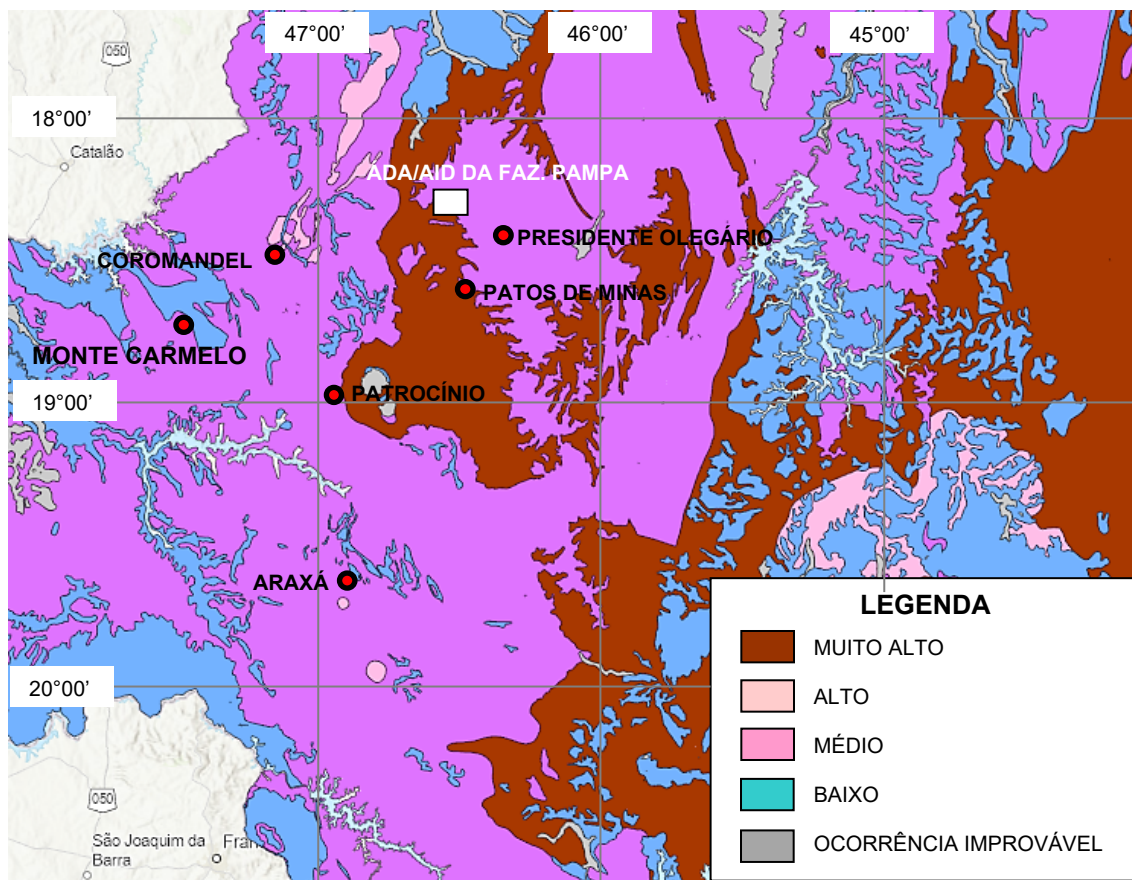
10.6 - Mapa de potencialidade de ocorrência de cavernas

Jansen et al. (2012) elaboraram o **Mapa do Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil**, em escala 1:2.500.000, com base nos critérios do CECAV/ICMBio e no Mapa Geológico elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A Figura 10.6-1, a seguir, mostra um recorte do mapa realizado por Jansen et al. (2012) para as regiões do Alto Paranaíba e Noroeste de Minas Gerais, contexto em que se insere a Fazenda Pampa.

No mapa de Jansen et al. (2012), consultado no IDE-SISEMA, permitem visualizar as classes de potencial para ocorrência de cavidades na ADA/AID do empreendimento. A porção de Potencial **Médio** corresponde à porção chapada de Ponte Firme, incluindo a sua borda, onde estão presentes os arenitos arcossianos da Formação Três Barras (recobertos por sedimentos Cenozóicos) e siltitos e arenitos da Formação Quiricó, ambas pertencentes ao Grupo Areado. Já nas porções sob o domínio do Grupo Bambuí – Formação Serra da Saudade (siltitos), assim como as porções de ocorrência de arenitos e vulcânicas máficas do Grupo Mata da Corda – Formação Capacete e Patos, predomina a classe de potencial **Muito Alto**.

Figura 10.6-1 – Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil. Recorte para a região do Alto Paranaíba e parte de Noroeste de Minas Gerais, contexto regional em que se insere o empreendimento.

Fonte: IDE-SISEMA modificado de JANSEN et al. (2012).



O Quadro 10.6-1 a seguir, apresenta a potencialidade de ocorrência de cavernas do CECAV/ICMBio baseada em condicionantes litológicas:

Quadro 10.6-1 - Classificação de potencialidade de ocorrência de cavernas baseada na litologia segundo CECV/ICMBio.

Litologias	Potencialidade de ocorrência de cavidades
Rocha Carbonática (Calcário, Calcarenito, Calcirudito, Dolomito e Carbonato), Evaporito e Formação Ferrifera (Itabirito e Jaspilito).	Muito alto
Calcrete, Calcilutito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Calcixisto, Carbonatito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Micaxisto, Milonito, Orto-quartzito, Pelito, Quartzito, Ritmito, Rocha Calcilicática, Siltito e Xisto.	Médio
Adamelito, Andesito, Anfíbolito, Anatexito, Anortosito, Aplito, Ardósia, Argilito, Arcoseo, Basalto (Piroxênio Augítico, Labradorita, Anortita e Olivina), Brecha, Calcedonito, Charnockito, Cloritito, Cromitito, Dacito, Diamictito, Diorito, Diabasio, Diamictito, Dunito, Enderbitito, Fenito, Fonolito, Foyaito, Gabro, Glimmerito, Gnaiss, Gondito, Granito, Granulito, Granitóide, Granodiorito, Greisen, Harzburgito, Hornblendito, Hornfels, Ignimbrito, Jotunito, Kinzigito, Komatito, Lamprofiro, Latito, Laterita, Lítico, Máficas, Mangerito, Magnesito, Migmatito, Monzonito, Nefelina, Norito, Nordmarquito, Peridotito, Pegmatito, Piroxenito, Riodacito, Riólito, Rocha Alcalina, Rocha Piroclástica, Rocha Vulcânica, Sedimento Detrito Laterítico, Serpentinó, Sienito, Silexito, Tilito, Tonalito, Traquito, Troctolito, Trondhjemito, Tufito, Ultramafito e Websterito.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Demais Sedimentos, Turfa e Tufo foram consideradas de improvável ocorrência de cavidades naturais.	Ocorrência improvável

OBS: As litologias grifadas em amarelo representam os tipos que foram mapeados na ADA/AID do empreendimento durante o presente diagnóstico espeleológico.

Importante ressaltar que a classificação de potencialidade a ocorrência de cavidades baseada exclusivamente em critérios litológicos (tipos de rochas), conforme observada no Quadro 02, complementada pelo Banco de Dados do CECV/ICMBio, apresenta um elevado grau de generalização em razão de sua escala (1:2.500.000).

Ao se basear exclusivamente no fator litológico, o mapa de Potencialidade de ocorrência de Cavidades não considera os demais fatores geológicos (exceto litologia) e geomorfológicos importantes, favoráveis ou não ao desenvolvimento de cavidades, dentre os quais merecem ser citados: composição mineralógica; estruturas tectônicas (foliação, xistosidade, fraturas, falhas, dobras); estruturas atectônicas (acamamentos, fraturas e dobras); atitude das estruturas (direção e mergulho); susceptibilidade aos agentes do intemperismo; grau de intemperismo; grau de cimentação (rochas sedimentares); resistência mecânica das rochas; escarpas tectônicas (por deslocamentos ao longo de plano de falha); escarpas atectônicas (produzidas por erosão); dissecação

erosiva (exposição de diferentes litologias, escavação pelas águas correntes); dentre outras.

Apesar da generalização do Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades decorrente da escala adotada (1:2.500.000), não menos importante ressaltar a significativa contribuição do documento cartográfico elaborado por Jansen et al. (2012) como uma base para estudos espeleológicos em maior detalhe, como é o caso de estudos ambientais de empreendimentos em processos de licenciamento ambientais.

Nesse sentido, investigações realizadas na ADA/AID da Fazenda Pampa visando levantamentos mais detalhados de ocorrência de cavidades, mediante mapeamentos geológico e geomorfológico baseados na interpretação de imagens aéreas e/ou de satélites e complementada por trabalhos de campo, não devem prescindir de estudos em escala compatível.

Desse modo, a investigação detalhada da área da Fazenda Pampa evidenciou, **para a condição local, discrepância em relação aos resultados das classes de potencial para ocorrência de cavidades apresentado no Mapa de Jansen et.al. (2012)**, especialmente na porção de ocorrência de siltitos da Formação Serra da Saudade.

Não foram observadas quaisquer evidências de feições cársticas na área da unidade Serra da Saudade (Grupo Bambuí) e Capacete (Grupo Mata da Corda) na área investigada, embora alguns atributos geológicos e geomorfológicos favoráveis ao desenvolvimento de cavidades estejam presentes, tais como: escavação de vales fluviais pelos ribeirões Pirapetinga e do Peixe em conjunto com seus afluentes e a elevada inclinação da estrutura sedimentar original.

10.7 - Potencial para ocorrência de cavidades na ADA/AID do empreendimento

Esta etapa teve por objetivo delimitar na ADA/AID e o seu entorno, o potencial para ocorrência de cavidades a partir de condicionantes geológicos e geomorfológicos favoráveis ao seu desenvolvimento. Para tanto, foi realizado um cruzamento de informações geológicas e geomorfológicas levantadas para a realização do presente diagnóstico, o que possibilitou redefinir as classes de potencial para ocorrência de cavidades.

10.7.1 – Procedimentos adotados para investigação de campo

Uma vez definidas preliminarmente as classes de potencial para ocorrência de cavidades na área investigada por meio de análises dos mapas geológico e geomorfológico, complementadas pela interpretação imagens de satélites, estabeleceram-se os roteiros de campo com foco nas porções, *a priori*, de maior potencial para ocorrência de cavidades.

No caso específico da área delimitada pela para o estudo espeleológico, a ADA e a AID, as porções identificadas como **baixo e médio potencial** não são ocupadas por atividades agrícolas sejam pelas condições edáficas sejam pelas características de relevo inadequadas para tais finalidades. Por esse motivo, em sua maior parte, abrigam as reservas legais e as APPs das propriedades rurais, além do uso para atividades de pecuária extensiva.

Ao contrário, as áreas preliminarmente delimitadas neste estudo como classe de **Ocorrência Improvável** apresentam camada pedológica espessa desenvolvida sobre uma cobertura inconsolidada Cenozóica, relevo quase plano e ausência de afloramentos rochosos. Por essa razão essas porções são intensamente ocupadas por atividades agrícolas. Tais características observadas ensejaram investigações de campo menos exaustivas, excetuando as porções de borda do Chapadão da Ponte Firme e a porção dissecada do vale fluvial do Córrego Fernandes e seu afluente da margem esquerda que nasce na ADA da Fazenda Pampa, onde ocorrem afloramentos rochosos e elevada declividade dos vales, portanto, mais propício à atuação dos processos espeleogenéticos.

Dessa forma, a áreas delimitadas preliminarmente como de *Baixo e Médio Potencial*, a investigação de campo foi realizada com maior nível de detalhamento, especialmente nos locais em que os atributos geológicos e geomorfológicos são mais favoráveis à ação dos processos espeleogenéticos e/ou ocorrência de cavidades. Ressalta-se, porém, que nem todos os locais previamente escolhidos puderam ser acessados devido a forte inclinação do terreno, a exemplo da borda da chapada, além da vegetação densa. Nesse caso, recorreu-se à investigação sobre imagens de satélites. Adicionalmente, informações coletadas em consultas verbais a proprietários rurais estabelecidos nestas áreas foram fundamentais para os objetivos da investigação espeleológica.

10.7.2 - Chapadão da Ponte Firme

Para a área aplanada do Chapadão da Ponte Firme, onde se localiza a ADA/AID do empreendimento, atribuiu-se a classe **Ocorrência Improvável**. Esta classificação foi definida pelo cruzamento dos atributos geológicos e geomorfológicos, ainda que na ocorrência de arenitos da Formação Três Barras (Grupo Areado) sob uma espessa cobertura sedimentar inconsolidada de idade Cenozóica (TQdl),

A cobertura sedimentar de idade Cenozóica isenta de cimentação não reúne atributos para o desenvolvimento de cavidades. De maneira semelhante, o tipo litológico subjacente, arenito da Formação Três Barras também não apresenta atributos geológicos e geomorfológicos favoráveis na porção do Chapadão da ponte Firme para o desenvolvimento de cavidades naturais. Corrobora para tal constatação a ausência de quaisquer feições morfológicas visíveis que remetem a processos exo e endocársticos, tais como dolinas, subsidências, sumidouros e uvalas.

10.7.3 – Borda do Chapadão da Ponte Firme

Esta porção da área avaliada apresenta um atributo geomorfológico favorável ao desenvolvimento de cavidades, qual seja a existência de uma superfície abrupta que corresponde à borda escarpada do Chapadão da Ponte Firme.

No entanto, o tipo litológico ali presente, representado pelos arenitos das formações Três Barras e Capacete que, devido à ausência de cimentação carbonática de suas partículas, se mostram relativamente friáveis, pelo menos na porção de borda. O fato de ostentar a conformação de borda abrupta do relevo de chapada se deve à existência de um nível de concreção laterítica posicionada no contato da cobertura Cenozóica com as formações Três Barras e Capacete, subjacentes.

Na base da escarpa formam-se espessos depósitos de colúvio arenoso, cujos materiais constituintes resultam de processos erosivos desencadeados pelas águas pluviais e movimentos gravitativos que atingem as porções mais inclinadas. A formação desses depósitos de materiais sem qualquer cimentação atesta a baixa resistência mecânica do arenito da unidade Três Barras na área fonte.

Desse modo, características de cimentação incipiente e sua composição química, e de resistência mecânica do arenito Três Barras, permitem inferir que esta litologia não reúne atributos favoráveis ao desenvolvimento de cavidades na área avaliada.

Caminhamentos de campo realizados nessa porção do relevo não evidenciaram quaisquer vestígios de processos espeleogenéticos que pudessem remeter à existência de cavidades.

Por fim, tendo em vista que a porção de borda do Chapadão da Ponte Firme apresenta um único atributo favorável ao desenvolvimento de cavidades, por essa razão atribuiu-se na presente avaliação espeleológica a classe **Baixo Potencial** para ocorrência de cavidades.

10.7.4 – Porção dissecada do vale dos ribeirões Pirapetinga e do Peixe

Nessa porção da área investigada ocorrem duas unidades geológicas: a Formação Serra da Saudade (Grupo Bambuí – Subgrupo Paraopebas) e a Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).

– Área de ocorrência da Formação Serra da Saudade

Esta unidade geológica está presente na área avaliada ao longo do vale do ribeirão Pirapetinga e seu afluente: o córrego Fernandes formando uma faixa contínua na sua margem esquerda com largura variável entre algumas centenas de metros e 3,5 quilômetros.

Ocupa a porção mais dissecada do vale daquele ribeirão, onde configura um relevo declivoso formado por espigões alongados segundo a orientação dos planos estruturais dos siltitos Serra da Saudade e superfícies relativamente planas recobertas por materiais arenosos correlacionáveis a arenitos Três Barras.

Os trabalhos de investigação espeleológica de campo concentraram-se exatamente nessa faixa de terreno mais declivoso, definida como local de maior interesse espeleológico, em razão desta característica de relevo constituir um atributo geomorfológico favorável ao desenvolvimento de cavidades.

Nos pontos preliminarmente definidos em imagens de satélite e inspecionados diretamente no campo, não se verificaram quaisquer indícios de processos espeleogenéticos (dissolução ou corrosão) e, tampouco, de feições cársticas. Em razão disso atribuiu-se a classe **baixo potencial** para a unidade Serra da Saudade na área avaliada.

Com base nos levantamentos realizados foi elaborado um Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades para o presente diagnóstico do meio físico, válido para a ADA e AID, e apresentado na Figura 10.7.4-1

– Área de ocorrência da Formação Capacete

A Formação Capacete (Grupo Mata da Corda) ocupa a porção leste da AID do empreendimento se estendendo desde a borda do Chapadão da Ponte Firme e abrangendo a porção de alto curso do ribeirão do peixe e de seu afluente da margem esquerda: córrego do Rodeio.

Na área avaliada, a Formação Capacete é formada predominantemente por arenitos cineríticos estratificados em bancos centimétricos a métricos, às vezes maciços, sobrepostos aos siltitos da Formação Serra da Saudade em contato erosivo.

A espessura do conjunto litológico formado de arenitos cineríticos na área de ocorrência na AID da Fazenda Pampa é de 120 metros.

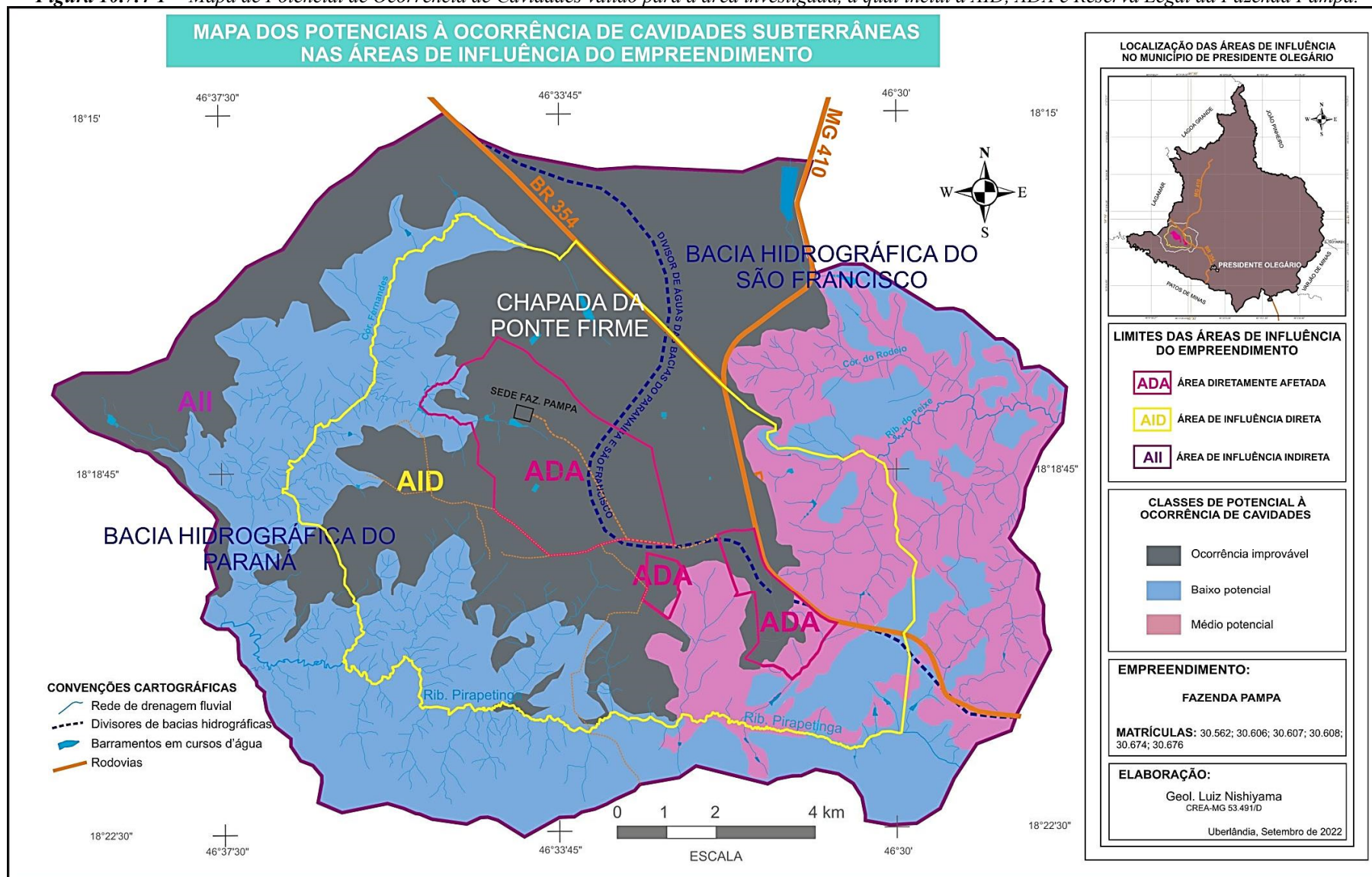
A unidade Capacete se encontra em uma porção de relevo dissecado pelo ribeirão Peixe e seus afluentes onde pode ser observado um relevo escalonado formado pela alternância de superfícies com declividades elevadas com superfícies relativamente planas. A espessura do conjunto litológico é relativamente grande, com cerca de 120 metros. Tais características podem ser consideradas favoráveis ao desenvolvimento de cavidades. Por outro lado, a baixa resistência mecânica dos arenitos não permite a evolução de cavidades, distintamente de outras áreas de ocorrência da unidade, especialmente aquelas situadas ao Sul, Leste e Nordeste da cidade de Presidente Olegário, onde inúmeras ocorrências de cavidades encontram-se registradas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE/).

Caminhamentos de campo e informações verbais obtidas de proprietários rurais residentes na área de ocorrência da Formação Capacete quanto ao conhecimento de alguma cavidade subterrânea complementaram o ciclo de investigação espeleológica na área da Formação Capacete.

Apesar de não terem sido encontrados quaisquer vestígios de cavidades subterrâneas na área de exposição da Formação Capacete na AID, são conhecidas de longa data as ocorrências de cavidades subterrâneas nesta unidade geológica. Em vista

disso, atribuiu-se a classe **Médio Potencial** para a unidade considerando o seu potencial espeleológico e as características locais da unidade geológica em questão.

Figura 10.7.4-1 - Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades válido para a área investigada, a qual inclui a AID, ADA e Reserva Legal da Fazenda Pampa.



10.8 - Conclusão

Ao realizar os estudos que embasaram a avaliação espeleológica na AID e ADA da Fazenda Pampa se evidenciou o caráter genérico do Mapeamento de Potencial de Ocorrência de Cavernas no Brasil, elaborado por Jansen et al. (2012) em escala 1:2.500.000. Além da escala de mapeamento dotada pelos mencionados autores, a qual não permite maiores detalhamentos, o procedimento metodológico para a delimitação das classes de potencial de ocorrência de cavidades teve como base o mapa geológico realizado pela CPRM na mesma escala, ou seja, valeu-se de critério litológico das unidades geológicas com grau de generalização pertinente à escala de mapeamento. Portanto, o mapa elaborado nessa escala não possibilita obter informações com detalhes necessários para estudos específicos, como é caso do EIA e, sobretudo, em nível de ADA de um empreendimento.

Distintamente do mapa apresentado por Jansen et al. (2012), o Mapa de Potencial a Ocorrência de Cavidades elaborado especificamente para a AID e ADA da Fazenda Pampa baseou-se em critérios geológicos e geomorfológicos favoráveis ou não ao desenvolvimento de cavidades (atributos), tais como: litologia, composição mineralógica; evidências de processos espeleológicos (dissolução e corrosão); feições espeleológicas (cavidades, dolinas, sumidouros, lapiás, uvalas, dentre outras); estruturas (estratificação, foliação, fraturas, falhas, dobras), atitude das estruturas (mergulho); susceptibilidade aos agentes do intemperismo; grau de intemperismo; escarpas tectônicas (formadas por deslocamentos ao longo de plano de falha); escarpas erosivas; dissecação erosiva e exposição de contatos entre diferentes litologias, dentre outros.

Preliminarmente, os atributos geológicos e geomorfológicos foram levantados em imagens de satélites e, posteriormente, verificados em campo e identificação de quaisquer feições espeleogenéticas *in situ*.

O cruzamento dos mencionados atributos geológicos e geomorfológicos levantados especificamente para a presente avaliação espeleológica, e a sua complementação com informações levantadas em bibliografias especializadas (dados secundários) e produzidas em investigação *in situ* em trabalhos de campo, possibilitaram a elaboração de um documento cartográfico mais realista para as condições em escala de detalhe, portanto, mais adequado para os propósitos do EIA/RIMA da Fazenda Pampa.

Importante mencionar que, a consecução da investigação de campo ao longo de caminhamentos para validar as informações contidas no Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades da AID e ADA do empreendimento e complementada por informações verbais de residentes coletadas na área, especialmente na AID, foram fundamentais para a validação do documento cartográfico elaborado.

Mediante a realização do Mapa de Potencial de Ocorrência de Cavidades para a AID e ADA do empreendimento, **pode-se afirmar com certo grau de certeza sobre a ausência de quaisquer feições e/ou ocorrências de cavidades subterrâneas na área avaliada.**

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Decreto nº 6.640**, de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Publicação DOU: Seção 1 - Nº 218, 10/11/2008.

_____. Instrução Normativa nº 02, de 20 de agosto de 2009, que dispõe sobre a regulamentação dos estudos de Valoração de Cavidades Naturais Subterrâneas. Ministério de Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. Brasília, 2009.

_____. Instrução Normativa nº 30, de 19 de setembro de 2012. Ministério de Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. Brasília, 2012.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000**. 2003. Disponível em: <<http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>> acesso em 05 de maio de 2019.

_____. Resolução CONAMA 347, de 10 de setembro de 2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico e revoga a Resolução Nº 05/87.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 347**, de 10 de setembro de 2004. Dispõe sobre a proteção do Patrimônio Espeleológico.

EMBRAPA Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, escala 1:100.000. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013 60p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Mapa de unidades do relevo do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE 2006. 2ª Ed.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Manual técnico de Geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e estudos Ambientais – 2ª Ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 189p.

JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, 2012, v. 2, n.1.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Evolução geomorfológica do Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004b. p. 57.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Instrução Normativa 02 de 20 de agosto de 2009. Institui a metodologia de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. Disponível em: <www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159> acesso em 18 de maio de 2019.

NOVAES PINTO, M. Superfícies de aplainamento na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal/Goiás. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 237-257, 1986.

SEER, H.J. Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá. Araxá, Minas Gerais. Instituto de Geociências Universidade de Brasília, Brasília: 1999 Tese de Doutorado, 267p.

11 - PLANO DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DA FAZENDA PAMPA

11.1 - Justificativa para a escolha dos pontos de monitoramento

A qualidade das águas superficiais será avaliada a partir de 06 pontos de monitoramento dispostos nos cursos da água que drenam a ADA e a AID do empreendimento.

Para a escolha dos pontos de monitoramento levou-se em consideração as atividades desenvolvidas e infraestruturas do empreendimento, no contexto das bacias hidrográficas, que podem influenciar a quantidade e qualidade das águas superficiais, tais como:

- Atividades agropastoris - criação de gado em sistema de confinamento;
- Áreas de plantio de culturas anuais;
- Usos de agroquímicos e compostos orgânicos – fertilizantes químicos e orgânicos, herbicidas e inseticidas;
- Cursos d'água com barramentos para acumulação de água;
- Irrigação por sistema de pivos centrais;
- Estradas de terra e carreadores nas áreas cultivadas
- Infraestruturas que podem alterar a qualidade da água, tais como: oficinas; fossas sépticas; efluentes agroindustriais; estocagem de embalagens de agroquímicos; lavagem de máquinas e veículos; oficinas mecânicas; armazenamento de combustíveis; armazenamento de óleo queimado; armazenamento de insumos utilizados na agricultura; dentre outros.

Levou-se em consideração, também, os possíveis impactos ambientais sobre os recursos hídricos superficiais decorrentes das atividades do empreendimento:

- Carreamento de sedimentos oriundos de áreas cultivadas e das estradas vicinais de terra;
- Aumento da carga de sólidos totais e dissolvidos nos cursos d'água;

- Usos de agroquímicos nas áreas cultivadas (inseticidas, fungicidas, herbicidas e adubos minerais);
- Perda da qualidade das águas superficiais por introdução de carga orgânica;
- Óleos e graxas;
- Redução do oxigênio dissolvido em decorrência de reservatórios;
- Presença de organismos patogênicos na água.

11.2 – Cursos d'água escolhidos para monitoramento

Três cursos fluviais foram escolhidos para monitoramento em razão destes apresentarem a maior probabilidade de alteração na qualidade de suas águas em decorrência das atividades econômicas desenvolvidas no empreendimento (11.2-1 e 11.2-2):

- Córrego 01 (sem denominação) com a nascente na área da Faz. Pampa e próxima da sede (coordenadas geográficas da nascente: 18°18'23,55" S/ 46°33'50,10"O);
- Córrego 02 (sem denominação) com nascente na área da Fazenda Pampa (coordenadas geográficas da nascente: 18°17'57,69" S/ 46°34'44,33"O);
- Córrego 03 (sem denominação) com nascente na área da Fazenda Pampa (coordenadas geográficas da nascente: 18°20'1,66" S/ 46°31'42,34"O);

A tabela 11.2-1 apresenta a localização dos pontos de monitoramento proposto para a Fazenda Pampa

Tabela 11.2-1 – Localização dos pontos de monitoramento de águas superficiais.

PONTOS DE MONITORAMENTO	CÓRREGO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (Datum WGS84)
PMM-01	01 - Afluente o córrego Fernandes (margem esquerda)	18°18'20,09"S/46°33'54,79"O
PMJ-01		18°18'1,55"S/46°35'16,88"O
PMM-02	02 – Afluente córrego 01 (margem direita)	18°17'47,06"S/46°34'58,19"O
PMJ-02		18°17'58,06"S/46°35'15,50"O
PMM-03	03 – Afluente do ribeirão Pirapetinga (margem direita)	18°20'3,02"S/46°31'45,07"O
PMJ-03		18°20'33,13"S/46°32'11,88"O

Figura 11.2-1 – Pontos de monitoramento das águas superficiais nas bacias hidrográficas que drenam a ADA do empreendimento.

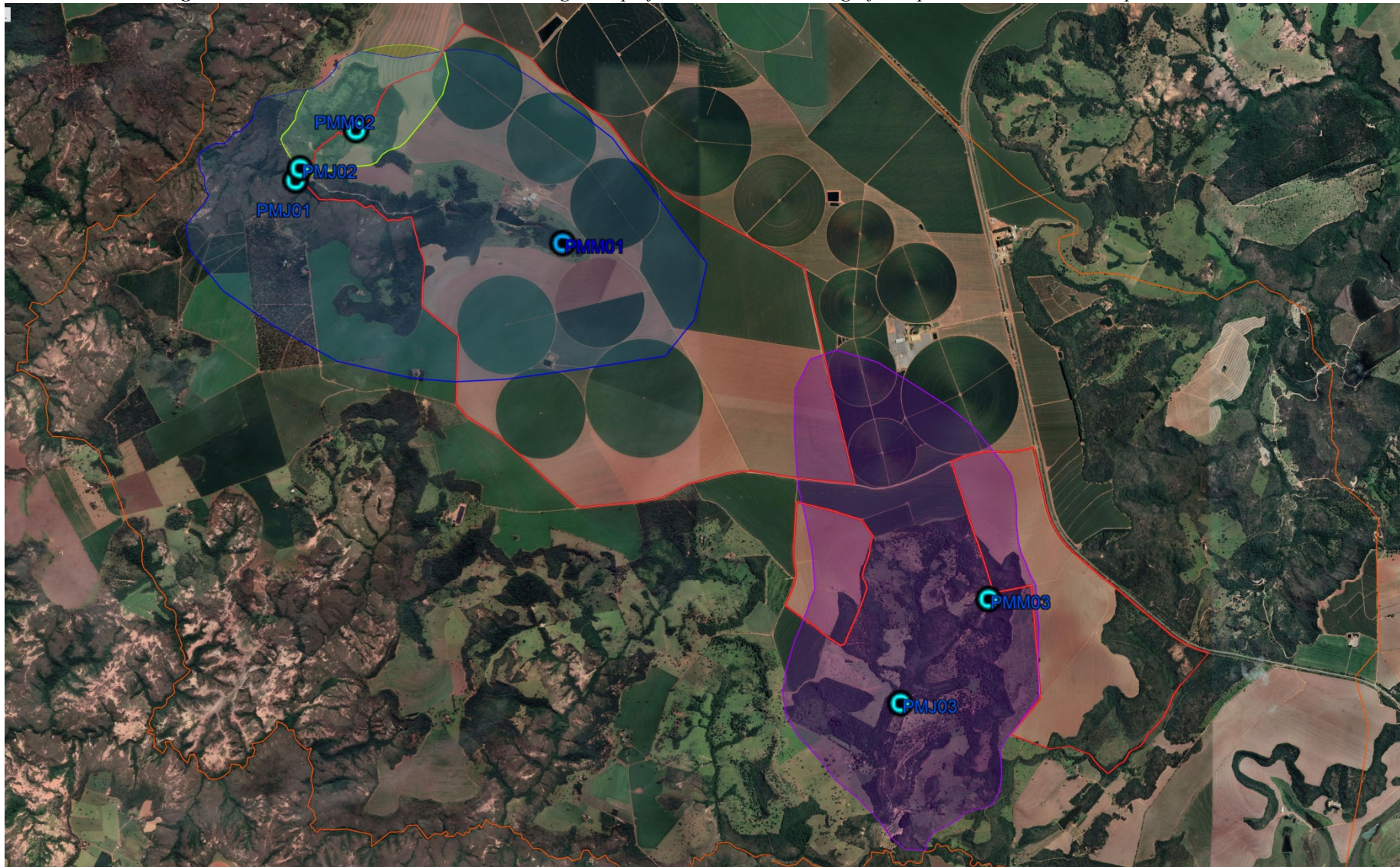
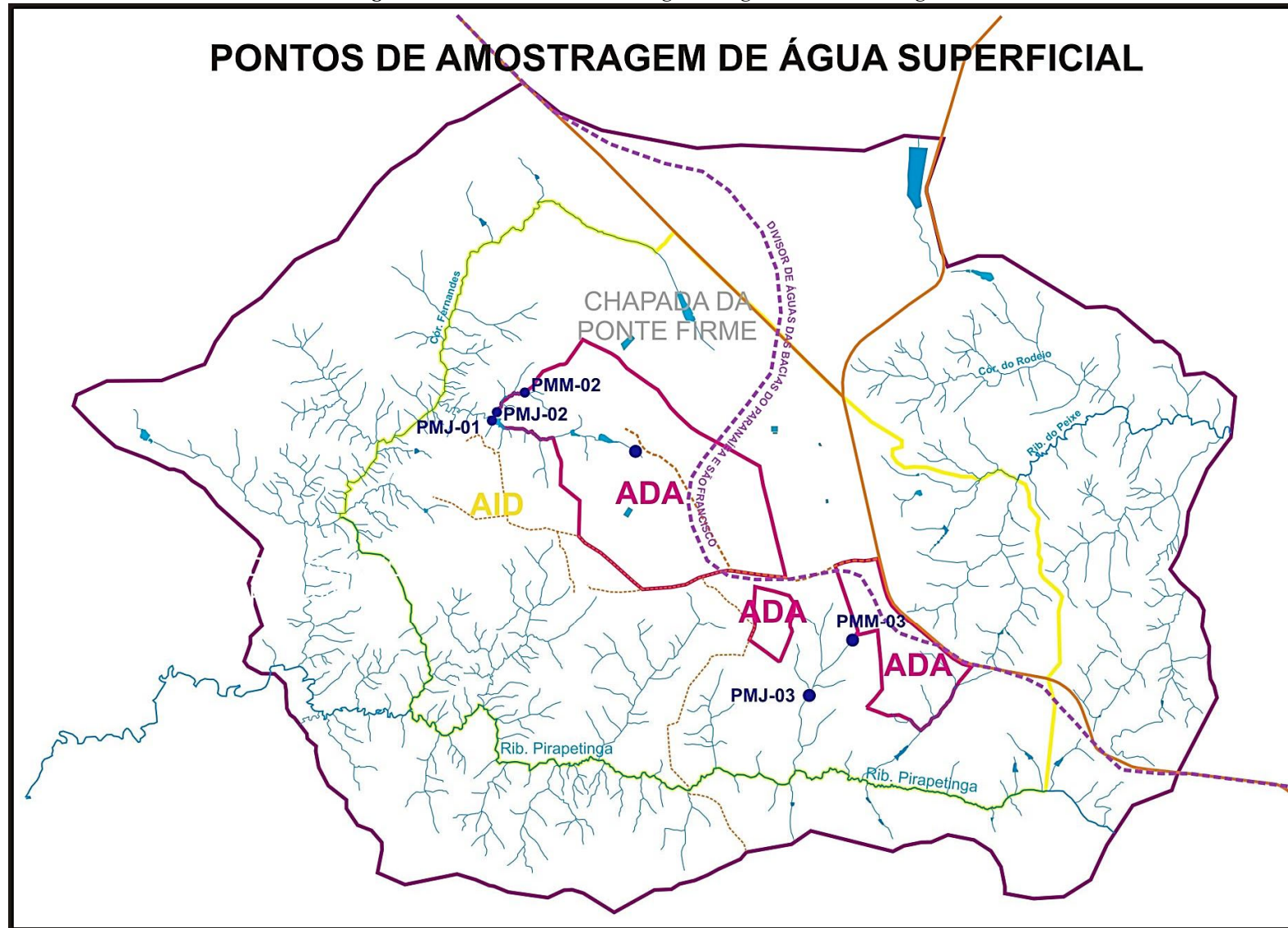


Figura 11.2-2 – Pontos de amostragem de água e rede de drenagem.



11.2.1 - Córrego 01- sem denominação

A bacia do córrego 01 totaliza uma área de aproximadamente 10,2 km², conforme pode ser observada na Figura 01. Trata-se de uma bacia de 3ª ordem segundo a classificação de Strahler (1952). Trata-se de um afluente da margem esquerda do córrego Fernandes (Figura 11.2.1-1).

Com exceção da porção de nascente, o córrego estabelece o seu talvegue sobre rochas sedimentares do Grupo Bambuí – Formação Serra da Saudade constituída predominantemente por siltitos arroxeados e esverdeados (verdetes). Um pequeno trecho da porção da nascente encontra-se estabelecido sobre sedimentos cenozóicos.

O córrego apresenta um gradiente fluvial elevado, com o valor médio de 29,5 m/km. No trecho de 4,27 km compreendido entre o Ponto PMM - 01 (Montante) e o Ponto PMJ - 01 (Jusante) o gradiente é de 30,50 m/km.

A maior parte da ADA do empreendimento encontra-se inserida na bacia do córrego, especificamente na sua margem esquerda, em uma extensão de aproximadamente 2,73 km. No trecho que drena a Fazenda Pampa, a distância mínima do talvegue do córrego a área cultivada é de aproximadamente 86 metros, porém, na maior parte esta distância supera 100 metros. As atividades praticadas pelo empreendimento nas porções adjacentes ao córrego constituem-se de agricultura de ciclo anual, bovinocultura confinada, além da sede do empreendimento a qual inclui galpões de armazenamento de insumos, silo, oficina, lavador de equipamentos, refeitório, cozinha, alojamento, casa de funcionários, fossas sépticas, tanques de efluentes, dentre outros. Três barramentos podem ser observados ao longo de seu curso.

Os Pontos de monitoramento PMM - 01 (Montante) e PMJ - 01 (Jusante) foram definidos para um trecho do córrego sem denominação no sentido de captar possíveis interferências das atividades agrícolas, da bovinocultura confinada, da infraestrutura da sede e dos barramentos ao longo do seu curso na qualidade de suas águas.

11.2.2 - Córrego 02 – sem denominação (afluente do córrego 01)

O córrego sem denominação constitui uma pequena bacia hidrográfica de 1,16 km² (ver Figura 11.2.1-1). Cerca de 50% de sua bacia hidrográfica acham-se inseridos

na ADA do empreendimento, o que corresponde à toda sua vertente esquerda. É uma bacia de 3ª ordem segundo a classificação de Strahler (1952).

O córrego apresenta um gradiente fluvial muito elevado, com o valor médio de 71,07 m/km. Sua nascente principal se encontra em cota altimétrica que gira em torno de 968 m e a sua foz no córrego 01 encontra-se na cota aproximada de 882 m. Desde a sua nascente mais distante até a foz, as águas do córrego percorrem cerca de 1,21 km.

As atividades agrícolas de culturas anuais são praticadas pelo empreendimento em distância mínima de 60 metros da nascente e 140 metros do talvegue. Nestas faixas isentas de ocupação encontram-se preservados o cerrado, matas de encosta e ciliares.

A definição dos pontos monitoramento PMM - 02 (Montante) e PMJ - 02 (Jusante) para o córrego 02 levou em consideração que existe na área de sua bacia trechos onde são praticadas as atividades agrícolas pelo empreendimento capaz de causar alterações na quantidade e qualidade da água do córrego monitorado.

Além de áreas cultivadas com tratos agrícolas de ciclo anual, um barramento pode ser identificado na bacia para acumulação de água. Nesse caso o barramento com formação de reservatório também foi considerado na definição dos pontos de monitoramento. Desse modo, ponto PMM-02 (montante) foi posicionado a montante dos barramentos. No trecho compreendido entre a nascente do córrego e o ponto PMJ-02, a APP encontra-se bem preservada. A exceção se refere as áreas de empréstimo de materiais para a construção do barramento.

Figura 11.2.1-1 – Pontos de amostragem BACIAS 1 e 2.



11.2.3 - Córrego 03 – sem denominação (afluente do Pirapetinga)

O córrego 03 é um afluente da direita do ribeirão Pirapetinga. A sua bacia perfaz cerca de 7,64 km² e a extensão da nascente a foz é de 3,45 km (figura 11.2.3-1).

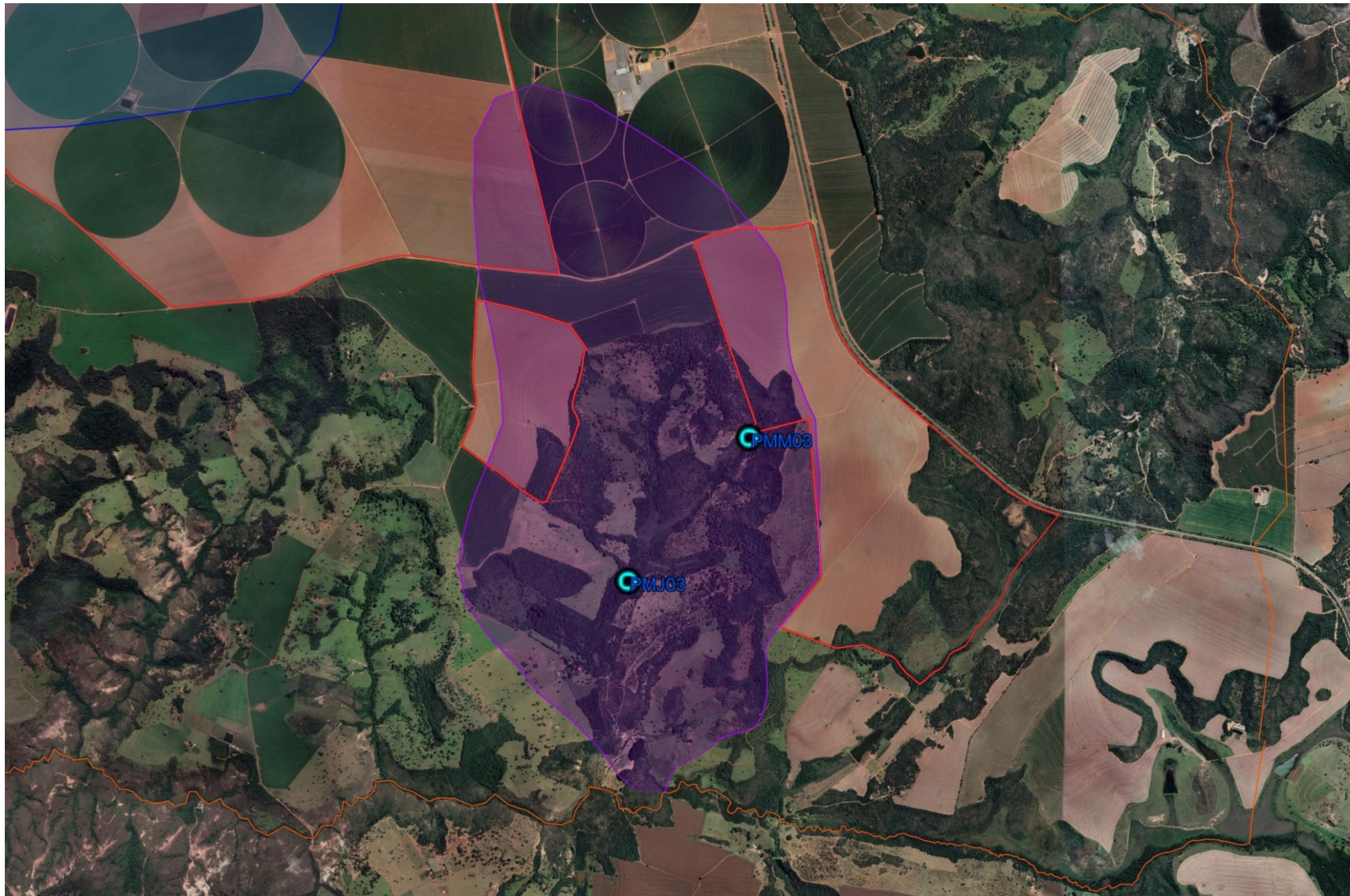
Sua nascente está posicionada a cota altimétrica de 978 m e a sua foz na cota 867 m, ou seja, o desnível topográfico entre a nascente e a foz é de 111 m, o que resulta em um gradiente fluvial médio de 32,17 m/km.

A definição do córrego para monitoramento da água superficial se justifica em razão de parte da ADA do empreendimento encontra-se inserida na sua bacia, tanto na sua vertente da margem esquerda quanto da direita.

No trecho em que a bacia de drenagem engloba a AID da Fazenda Pampa a distância mínima do talvegue do córrego a área cultivada supera os 300 metros.

A atividade praticada pelo empreendimento nas porções abrangidas pela bacia do córrego 3 é agricultura de ciclo anual. Nenhum barramento foi observado em toda a sua extensão.

Figura 11.2.3-1 – Pontos de amostragem BACIA 3.



11.3 – Parâmetros a serem monitorados

Propõe-se o monitoramento dos seguintes parâmetros com base na DN COPAM/CERH 01, de 05 de maio de 2008, que “ *dispõe sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*” (Tabela 11.3-1:

Tabela 11.3-1 – Parâmetros físicos-químicos e microbiológicos para a avaliação da qualidade da água.

Parâmetros Inorgânicos	Unidades
Nitrato	mg/L
Nitrito	mg/L
Nitrogênio amoniacal total	mg/L
Fósforo total	mg/L
Outros Parâmetros	
Oxigênio Dissolvido	mg/L
Cálcio total	mg/L
Magnésio total	mg/L
Potássio total	mg/L
Condutividade elétrica	µS/cm
DQO	mg/L
pH	
Temperatura	°C
Padrões de Qualidade	
DBO	mg/L
Óleos e graxas	mg/L
Turbidez	NTU
Sólidos suspensos totais	mg/L
Coliformes termotolerantes	UFC/mL
Clorofila a	µg/L
Orgânicos	
2,4,6-Triclorofenol	mg/L
Benzidina	µg/L
Benzo(a)antraceno	µg/L
Benzo(a)pireno	µg/L
Benzo(b)fluoranteno	µg/L
Benzo(k)fluoranteno	µg/L
Criseno	µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/L

Heptacloro Epóxido e Heptacloro	µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	µg/L
Pentaclorofenol	mg/L
Surfactantes	mg/L
Tetracloreto de Carbono	mg/L
Tetracloroeteno	mg/L
Xilenos	µg/L

11.4 – Outras informações complementares ao plano de amostragem de água

Algumas informações adicionais, que podem ser importantes para a interpretação dos resultados, devem ser apresentadas como complemento ao Plano de Monitoramento de Águas Superficiais, dentre as quais citam-se: **temperatura do ar e condições climáticas antecedentes e no momento da coleta, e fotografias do local na data de coleta.**

11.5 – Referências bibliográficas

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM/CERH N° 01/2008.

STRAHLER, A. N. (1952), «Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology», Geological Society of America Bulletin, 63 (11): 1117–1142.

12 - DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

12.1 – Introdução

Direta ou indiretamente, a água é uma substância vital para todas as formas de vida no planeta e para o desenvolvimento econômico, sociocultural e ambiental das nações.

Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2011), impactos ambientais, sociais e econômicos causam a degradação da qualidade das águas que, por sua vez, resultam na perda da biodiversidade, no aumento das doenças de veiculação hídrica, no aumento dos custos para tratamento das águas destinadas ao abastecimento doméstico e industrial, na redução da produtividade na agricultura e na pecuária, na redução da pesca e na deterioração dos valores turísticos, culturais e paisagísticos.

A noção de qualidade da água está sempre associada aos mais diversos usos que fazemos dela, seja para o consumo humano, industrial, irrigação, aquicultura, navegação, recreação de contato primário, dentre outras finalidades, conforme ilustrada na Figura 12.1-1. Desse modo, os usos da água demandam diferentes requisitos de qualidade (Figura 12.1-2) Em outros termos, as águas de melhor qualidade permitem a sua utilização em necessidades mais exigentes, como por exemplo: abastecimento de água potável.

Figura 12.1-1 – Relação qualidade da água x classes de enquadramentos x usos (Fonte: ANA Portal da Qualidade das Águas: [HTTP://www.portalnqa.ana.gov.br](http://www.portalnqa.ana.gov.br) acessado em 20/09/2022).



Figura 12.1-2 – Usos diversos das águas doces em relação às classes de enquadramento (Fonte: ANA Portal da Qualidade das Águas: [HTTP://www.portalpnqa.ana.gov.br](http://www.portalpnqa.ana.gov.br) acessado em 20/09/2022).

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

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

A falsa ideia de abundância hídrica no Brasil alimentou, por muito tempo, a cultura do desperdício de água disponível e a pouca valorização como um recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento econômico e social de nações.

Apesar de o Brasil possuir um Código de Águas (Decreto 24.643, de 10 de julho de 1934), desde a sua promulgação era notória a ausência de um sistema adequado de gestão da água, uma vez que esse ordenamento jurídico, por si só, não foi capaz de promover meios para combater o desperdício e os conflitos de uso dos recursos hídricos.

Essa lacuna só foi preenchida com a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1977, também conhecida com “Lei das Águas”, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos e estabeleceu o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e a Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, que criou a Agência Nacional de Águas – ANA, órgão responsável pela implementação da referida Política e coordenação do Sistema.

De acordo com o artigo 9º da Lei nº 9.433 (Lei das Águas), o enquadramento dos corpos d’água tem a prerrogativa de assegurar às águas a qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e a diminuir os custos de combate à poluição

das águas, mediante ações preventivas permanentes. Desse modo, o enquadramento é um instrumento de gestão e, em razão disso, este não deve considerar exclusivamente a condição atual de um determinado corpo d'água, mas nos níveis de qualidade que devem ser alcançados ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade.

Assim, os resultados do monitoramento da qualidade das águas devem ser comparados aos limites estabelecidos pelo enquadramento do corpo d'água no local da coleta da amostra. As bases legais para o enquadramento são as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e, em Minas Gerais, a Deliberação Normativa COPAM-CERH nº 01, de 05 de maio de 2008.

12.2 - Qualidade das águas no estado de Minas Gerais

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

Segundo o Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais no Estado de Minas Gerais, referente ao 3º trimestre de 2018, as amostras de água coletadas nas campanhas completas, tanto do período chuvoso quanto do período seco do ano, são submetidas à análise de 53 parâmetros em todos os pontos (Tabela 12.2-1). Nas campanhas intermediárias, realizadas nos meses abril/maio/junho e outubro/novembro/dezembro (períodos de transição), são analisados 18 parâmetros em todos os pontos, além dos parâmetros específicos relacionados a fontes poluidoras presentes na bacia de drenagem da estação considerada.

Em alguns pontos de monitoramento também são analisados os parâmetros nitrogênio orgânico, densidade de cianobactérias, cianotoxinas, ensaios de toxicidade crônica e macroinvertebrados bentônicos.

Na Tabela 12.2-1, a seguir, são apresentados os parâmetros de qualidade de água avaliados no estado de Minas Gerais.

Tabela 12.2-1 – Parâmetros adotados pelo IGAM para avaliação da qualidade da água no estado de Minas Gerais.

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

Fonte: Relatório de Monitoramento da Qualidade das Águas, IGAM (2018).

(1) Parâmetros comuns a todos os pontos nas campanhas intermediárias

(2) Parâmetros analisados apenas em pontos específicos

O Instituto Mineiro de Gestão de Águas adota como indicadores de qualidade da água o Índice de Qualidade das Águas (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) (IGAM, 2018).

Para o cálculo do IQA, com base no *National Sanitation Foundation*, dos Estados Unidos, o IGAM adota nove (9) parâmetros mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, variação da temperatura da água, turbidez e sólidos totais. A cada parâmetro foi atribuído um peso, conforme apresentado na Tabela 12.2-2, a seguir:

Tabela 12.2-2 - Pesos atribuídos aos parâmetros para o cálculo do IQA.

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

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

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

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

Onde:

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

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

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

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

Ressalta-se que, no âmbito do Projeto Águas de Minas, para o cálculo do IQA considera-se o **qs** da variação de temperatura constante e igual a 92. Os valores do índice

variam entre 0 e 100, conforme a Tabela 12.2-3. Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos domésticos e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos.

Tabela 12.2-3 - Classificação do Índice de Qualidade das Águas – IQA

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

Fonte: IGAM (2018)

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

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

As seguintes equações são utilizadas para o cálculo do IET:

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

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

Onde:

P = concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g/L}$

CL = concentração de clorofila-a medida à superfície da água, em $\mu\text{g/L}$

ln = logaritmo natural

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

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

O IET é classificado em seis níveis de trofia, conforme apresentados nas Tabelas 12.2-4 e 12.2-5 seguir:

Tabela 12.2-4 - Classificação do estado trófico.

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

Tabela 12.2-5 - Classes de Estado Trófico e suas características principais.

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

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

As Tabelas 12.2-6 e 12.2-7 apresentam, a título de exemplificação, a síntese comparativa dos resultados de IQA e IET obtidos pelo IGAM referentes ao terceiro trimestre de 2017/2018, respectivamente nas estações PTE0001 localizada no rio da Prata – município de Presidente Olegário e PB 003 localizada no rio Paranaíba – município de Patos de Minas.

Tabela 12.2.6 - Síntese comparativa dos resultados do 3º Trimestre de 2017 e 2018 de IQA e IET obtidos pelo IGAM para o rio da Prata (Estação PTE 0001) – Presidente Olegário

				INDICADORES															
Bacia Hidrográfica	Corpo d' água	Estação	Município	Resultados dos indicadores 3º Trimestre 2017/2018						Comparação indicadores 2017/2018									
				IQA			IET												
				Parametros indicativos	2017	2018	Parâmetros indicativos	2017	2018	IQA	IET								
Rio Paracatu	Rio da Prata	PTE0001	Presidente Olegário	<table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td colspan="2">3</td></tr></table>	1	2	3		76,6	76,0	<table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td colspan="2">3</td></tr></table>	1	2	3		53,4	51,3		
1	2																		
3																			
1	2																		
3																			

Tabela 12.2.7 - Síntese comparativa dos resultados do 3º Trimestre de 2017 e 2018 de IQA e IET obtidos pelo IGAM para o rio Paranaíba (Estação PB 003) – Patos de Minas

				INDICADORES															
Bacia Hidrográfica	Corpo d' água	Estação	Município	Resultados dos indicadores 3º Trimestre 2017/2018						Comparação indicadores 2017/2018									
				IQA			IET												
				Parametros indicativos	2017	2018	Parâmetros indicativos	2017	2018	IQA	IET								
Rio Paranaíba	Rio Paranaíba	PB003	Patos de Minas	<table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td colspan="2">3</td></tr></table>	1	2	3		34,1	53,9	<table><tr><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td colspan="2">3</td></tr></table>	1	2	3		59,3	53,3		
1	2																		
3																			
1	2																		
3																			

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

☹ - O indicador manteve-se na mesma qualidade do ano anterior

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

Parâmetros Indicativos:

1 – Contaminação Fecal (*Escherichia coli*)

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

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

Em conformidade

Não conformidade

Ausência de resultados

Fonte: Adaptado de Relatório de Monitoramento da qualidade das águas, IGAM – terceiro trimestre de 2018.

12.3 - Qualidade das águas na AID e ADA do empreendimento

12.3.1 - Considerações gerais

As análises físico-químicas e microbiológicas das águas dos cursos d'água que drenam a AID e ADA da Fazenda Pampa foram realizadas com o objetivo de caracterizar a sua qualidade na atual fase em que se encontra o empreendimento, ou seja, de operação.

As coletas e análises laboratoriais foram realizadas pela empresa Bioética Ambiental,

laboratório de ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17 025, sob o número CRL 0354, com sede na cidade de Araxá, Av. Dr. Pedro de Paula Lemos, 95, CEP 38.181-179 – Bairro Domingos Zema – Araxá/MG. A coleta foi realizada no dia 20/02/2023 e entrada no Laboratório no mesmo dia.

A 1ª campanha de coletas de amostras de águas superficiais foi realizada no dia 20/02, tendo ocorridas até então a maior parte das precipitações pluviométricas do período chuvoso de 2021/2022. Portanto, as amostras coletadas podem ser consideradas representativas para o período chuvoso 2021/2022 (outubro a abril). A segunda campanha de amostragem foi realizada no início do mês de outubro, no dia 03/10, relativa ao período seco do ano.

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas da água na AID e ADA do empreendimento obtidos na fase de elaboração do presente diagnóstico (período chuvoso de 2021/2022) constituem elementos preliminares para o conhecimento de sua qualidade atual e como fonte de dados para comparação com os resultados de monitoramentos subsequentes e, desse modo, avaliar a evolução da qualidade das águas nos pontos monitorados ao longo das futuras campanhas de amostragem.

12.3.2 - Procedimentos técnicos

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

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

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

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

4º - comparar os resultados de análise físico-químicas obtidos em amostras de água superficial coletadas nos pontos de amostragem localizados na AID e ADA do empreendimento, considerando os aspectos que possam influenciar qualidade da água superficial, tais como:

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

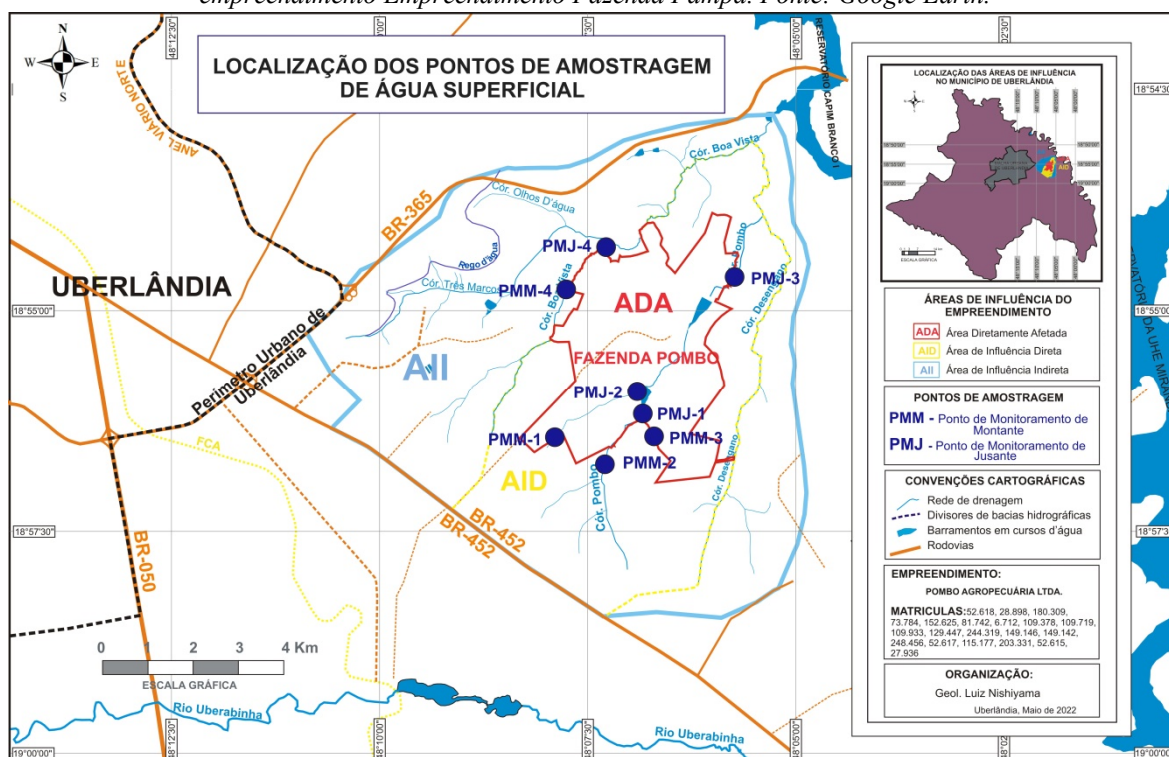
5º - Avaliar, a partir das tipologias de atividades desenvolvidas na AID/ADA do empreendimento, os parâmetros que compõem os indicadores adequados da qualidade da água com base na RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.

Para atingir os objetivos do monitoramento da qualidade das águas superficiais na AID/ADA do empreendimento, foi **elaborado um Plano de Monitoramento de Águas Superficiais**. Este Plano privilegiou a localização dos pontos de amostragem nos cursos d'água que drenam a AID/ADA do empreendimento e que fossem mais representativos dos usos praticados nos limites da ADA, de maneira a individualizar a influência das atividades desenvolvidas pelo Empreendimento Fazenda Pampa sobre qualidade das águas em relação aos empreendimentos vizinhos pertencentes a terceiros. A Tabela 12.3.2-1 e a Figura 12.3.2-1 mostram a localização dos pontos de amostragem na AID do empreendimento.

Tabela 12.3.2-1 – Localização dos pontos de amostragem de água superficial na AID/ADA do empreendimento.

PONTOS DE MONITORAMENTO	CÓRREGO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (Datum WGS84)
PMM-01	Afluente da margem esquerda do córrego Pombo	18°49'12,11"S/47°55'36,38"O
PMJ-01		18°49'5,72"S/47°58'10,18"O
PMM-02	Córrego Pombo	18°56'1643,48"S/48°07'23,65"O
PMJ-02		18°55'55,15"S/48°06'59,21"O
PMM-03	Afluente da margem direita do córrego Pombo	18°56'26,16"S/48°06'48,30"O
PMJ-03		18°54'44,62"S/48°05'58,61"O
PMM-04	Córrego Boa Vista	18°54'44,97"S/48°07'48,46"O
PMJ-04		18°54'17,54"S/48°07'21,42"O

Figura 12.3.2-1 – Localização dos pontos de amostragem da água superficial na AID e ADA do empreendimento Empreendimento Fazenda Pampa. Fonte: Google Earth.



A qualidade dos corpos de água nos pontos amostrados foi avaliada em campanha de coleta realizada em 21 de março 2022, portanto, no auge do período chuvoso e 2021/2022. A próxima campanha de coleta deverá ser relativa ao período seco de 2022 (maio a setembro).

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

- NBR 9896 – Glossário de poluição das águas - AGO 1993;
- NBR 9897 – Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987
- NBR 9898 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Jun 1987
- NBR ISO/IEC 17025 – Requisitos gerais para competência de laboratório de ensaio e calibração – jan 2001;
- *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 21 ed. (2005).

Para a avaliação da qualidade das águas superficiais foram adotados os seguintes parâmetros físico-químicos e microbiológicas, conforme apresentados na Tabela 12.3.2-2:

Tabela 12.3.2-2 – Parâmetros físicos-químicos empregados para a avaliação da qualidade da água.

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

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

12.4 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas

Resultados das análises físico-químicas e microbiológica correspondentes à primeira campanha de amostragem realizada no dia 21/03/2022, relativos a 04 (quatro) pontos de amostragem situados a montante e a jusante dos cursos d'água que drenam a ADA do empreendimento, denominados PMM-1 e PMJ1; PMM-2 e PMJ-2; PMM-3 e PMJ-3; PMM-4 e PMJ-4 são apresentados na Tabela 28. A última coluna, à direita, apresenta aos Valores Máximos Permitidos - VMP expressos na Resolução CONAMA 357, de 17/03/2005 para as águas doces classe 2.

Os resultados obtidos para os parâmetros analisados mostram que, a maioria dos pontos amostrados apresentou valores em conformidade com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005.

A exceção observada nos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas ocorreu com o parâmetro **Oxigênio Dissolvido (OD)** nos pontos PMM-01 e PMJ-04, os quais apresentaram valores abaixo do limite mínimo de 5,0 mg/L.

Já, o ponto PMJ-01 apresentou o valor para o parâmetro **Coliformes termotolerantes** acima do preconizado pela legislação de referência.

A Tabela 12.4-1 apresenta os resultados das análises físico-químicas e microbiológica de amostras de água coletadas na segunda campanha de amostragem, realizada no dia 03/10/2022, relativa ao período seco do ano.

Com exceção do ponto PMJ-03, o qual apresentou o parâmetro **coliformes termotolerantes** acima do valor preconizado pela legislação vigente, os demais pontos se mantiveram dentro dos limites para as águas classe 2.

Os laudos laboratoriais expedidos pela Bioética Ambiental com resultados das análises físico-químicas e microbiológica encontram-se no **ANEXO I**.



Tabela 12.4-1 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais – Empreendimento Fazenda Pampa.
Data da coleta: 21/03/2022 (correspondente ao período chuvoso do ano).

PONTOS DA AMOSTRAGEM	PMM-01	PMJ-01	PMM-02	PMJ-02	PMM-03	PMJ-03	PMM-04	PMJ-04	VMP DN COPAM/CERH- MG 001/2008 Águas classe 2
CURSO D'ÁGUA PARÂMETROS	Afluente da margem esquerda do córrego Pombo		Córrego Pombo		Afluente da margem direita do córrego Pombo		Córrego Boa Vista		
Nitrato (mg/L)	<0,200	1,687	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	10 mg/L
Nitrito (mg/L)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1 mg/L
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,5 mg/L
Fósforo total (mg/L)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	2,00	7,40	6,60	6,80	6,80	6,00	7,10	1,00	≥5 mg/L
Cálcio total (mg/L)	5,25	4,91	4,29	4,25	3,62	3,92	5,27	4,64	-
Magnésio total (mg/L)	1,38	1,36	1,05	1,05	0,46	0,88	1,27	1,23	-
Potássio total (mg/L)	0,80	0,81	0,40	0,39	<0,25	<0,25	0,54	0,46	-
Condutividade elétrica (µS/cm)	30,14	38,77	22,50	22,97	5,51	21,26	22,64	26,28	-
DQO (mg/L)	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	-
pH (campo)	7,90	7,80	8,0	8,10	8,30	7,70	8,0	7,30	6 – 9
Temperatura (°C)	28	28	26	26	28	25	25	23	-
DBO (mg/L)	4,90	<2,00	<2,0	<2,0	<2,0	2,22	<2,0	3,10	5 mg/L
Óleos e graxas (mg/L)	<10,00	<10,00	<0,20	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	Virtualmente ausente
Turbidez (NTU)	8,56	8,09	4,84	5,09	4,76	7,75	5,17	12,20	100 NTU
Sólidos suspensos totais (mg/L)	<10,00	<10,00	16,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	-
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	41,0	1,9x10 ³	16,0	2,0	1,0	18	27	160	1.000 UFC/mL
Clorofila a (µg/L)	6,341	6,008	3,755	3,708	5,383	1,335	1,001	<1,000	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01 mg/L
Benzidina (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,001 µg/L



Benzo(a)antraceno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(b) fluoranteno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(k) fluoranteno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Criseno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Heptacloro Epóxido e Heptacloro (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,01 µg/L
Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Pentaclorofenol (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,009 mg/L
Surfactantes (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5 mg/L
Tetracloreto de Carbono (mg/L)	<0,00100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002 mg/L
Tetracloroeteno (mg/L)	0,001,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01 mg/L
Xilenos (µg/L)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	300 µg/L

PMM = Ponto de Monitoramento de Montante

PMMJ = Ponto de Monitoramento de Jusante

NA = Não Avaliado



Tabela 29 - Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das águas superficiais – Empreendimento Pombo Agropecuária Ltda.
Data da coleta: 03/10/2022 (correspondente ao período seco do ano).

PONTOS DA AMOSTRAGEM	PMM-01	PMJ-01	PMM-02	PMJ-02	PMM-03	PMJ-03	PMM-04	PMJ-04	VMP DN COPAM/CERH- MG 001/2008 Águas classe 2
CURSO D'ÁGUA PARÂMETROS	Afluente da margem esquerda do córrego Pombo		Córrego Pombo		Afluente da margem direita do córrego Pombo		Córrego Boa Vista		
Nitrato (mg/L)	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	<0,200	10 mg/L
Nitrito (mg/L)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1 mg/L
Nitrogênio amoniacal total (mg/L)	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,5 mg/L
Fósforo total (mg/L)	0,05	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	-
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,00	6,10	5,70	7,20	7,70	6,20	7,60	8,70	≥5 mg/L
Cálcio total (mg/L)	4,87	4,82	5,14	5,43	3,90	7,60	6,16	6,11	-
Magnésio total (mg/L)	0,74	1,01	1,19	1,32	0,51	2,12	1,52	1,51	-
Potássio total (mg/L)	<0,25	<0,25	<0,25	0,42	<0,25	1,32	0,39	0,36	-
Condutividade elétrica (µS/cm)	25,96	19,69	25,01	25,46	6,97	58,16	31,15	31,46	-
DQO (mg/L)	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	<20,00	22,76	<20,00	<20,00	-
pH (campo)	7,19	7,29	7,47	7,14	7,06	6,98	7,59	7,04	6 – 9
Temperatura (°C)	23	25	23	25	26	25	25	25	-
DBO (mg/L)	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	2,45	<2,0	<2,00	5 mg/L
Óleos e graxas (mg/L)	<10,00	<10,00	<0,20	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	Virtualmente ausente
Turbidez (NTU)	8,28	2,39	3,80	8,74	2,58	16,40	2,54	2,72	100 NTU
Sólidos suspensos totais (mg/L)	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	<10,00	-
Coliformes termotolerantes (UFC/100mL)	190,0	30,0	44,0	52,0	6,0	2,4X10 ³	10	44,0	1.000 UFC/mL



Clorofila a (µg/L)	<1,000	<1,000	<1,000	8,344	1,335	1,669	<1,000	<1,000	30 µg/L
2,4,6-Triclorofenol (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,01 mg/L
Benzidina (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,001 µg/L
Benzo(a)antraceno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(a)pireno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(b) fluoranteno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Benzo(k) fluoranteno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Criseno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Dibenzo(a,h)antraceno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Heptacloro Epóxido e Heptacloro (µg/L)	<0,00400	<0,00400	<0,00400	<0,00400	<0,00400	<0,00400	<0,00400	<0,00400	0,01 µg/L
Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/L)	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	0,05 µg/L
Pentaclorofenol (mg/L)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,009 mg/L
Surfactantes (mg/L)	<0,05	<0,05	<0,03	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,5 mg/L
Tetracloreto de Carbono (mg/L)	<0,00100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002 mg/L
Tetracloroeteno (mg/L)	0,001,00	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01 mg/L
Xilenos (µg/L)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	300 µg/L

PMM = Ponto de Monitoramento de Montante

PMMJ = Ponto de Monitoramento de Jusante

NA = Não Avaliado

12.5 – Conclusão

A primeira campanha de amostragem de águas superficiais dos cursos d'água que drenam a ADA e parte da AID do empreendimento Empreendimento Fazenda Pampa foi realizada no dia 21/03/2022, portanto, ainda no do período chuvoso de 2021/2022.

No que se referem aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados, as amostras coletadas nos pontos **PMJ-01**, **PMM-02**, **PMJ-02**, **PMM-03**, **PMJ-03** e **PMM-04**, se apresentaram em conformidade com a legislação de referência - DN COPAM/CERH-MG 001/2008 para águas classe 2.

Os pontos **PMM-01** e **PMJ-04** apresentaram não conformidade para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), uma vez que os valores obtidos em análises laboratoriais foram, respectivamente, 2,00 mg/L e 1,00 mg/L. Ressalta-se que a DN COPAM/CERH-MG 001/2008 estabelece, para águas classe 2, o valor igual ou maior 5,00 mg/L. O ponto **PMJ-01** apresentou não conformidade com valores estabelecidos pela referida legislação no tocante ao parâmetro coliformes termotolerantes, cujo resultado obtido de análises microbiológicas foi $1,9 \times 10^3$ UFC/100 mL, portanto bem acima do limite de 1.000 UFC/100mL.

Também se constataram nesses dois pontos, **PMM-01** e **PMJ-04**, valores significativamente maiores da DBO em relação aos demais pontos analisados, respectivamente 4,90 e 3,10 mg/L, porém não ultrapassaram o VMP estabelecido pela legislação em vigor, que é de 5,00 mg/L.

A segunda campanha de amostragem de águas superficiais dos córregos Pombo e Boa Vista, representativa da ADA e parte da AID do empreendimento Pombo Agropecuária Ltda., foi realizada no dia 03/10/2022. Embora a coleta tenha sido realizada no início do mês de outubro, esta pode ser considerada representativa para o período seco do ano de 2022, com a justificativa de baixa altura pluviométrica registrada até a data de sua realização.

Ao comparar os resultados obtidos das análises das amostras de água coletadas nas duas campanhas (chuvoso e seco), é possível afirmar que os valores de OD nos pontos **PMM-01** e **PMJ-04** se apresentaram, na segunda campanha, em conformidade com os valores estabelecidos pela Legislação para esses dois parâmetros.

Situação semelhante pode ser observado para o parâmetro coliformes termotolerantes no ponto PMJ-01 que, na segunda campanha de amostragem, se apresentou em conformidade com o valor estabelecido pela DN COPAM/CERH-MG 001/2008 para águas classe 2.

Em razão de os resultados de análises laboratoriais físico-químicas e microbiológicas, obtidos para os pontos amostrados, especialmente para os parâmetros OD e coliformes termotolerantes, não apresentarem repetitividade da primeira para a segunda campanha, salienta-se a necessidade de monitoramento ao longo de novas campanhas de amostragem.

13 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Atlas do Abastecimento de Água. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8> (acessado em 26/09/2022).

ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. Brasília: ANA, 2015.

ANA. Mapa da Região Hidrográfica do São Francisco. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/sao-francisco> (acessado em 26/09/2022).

ANA. Regiões Hidrográficas do Brasil. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parana> (acessado em 26/09/2022).

ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/redehidro.aspx> Acesso em: 26/09/2022.

ANA Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba. ANA, 2015.

ANA Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb). Acesso em setembro de 2022. Disponível em < <http://hidroweb.ana.gov.br> >

ANA <https://www.ana.gov.br/as-12-regioes-hidrograficas-brasileiras/parana> (acessado em 26/09/2022).

Atlas do Abastecimento de Água. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=8> (acessado em 26/09/2022).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS e AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. ANA/ANEEL: Brasília, 2001.

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

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

ALKMIM, F. F. **O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo**. In: Mantesso-Neto, V. et al. (ed.) Geologia do

Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, p. 17-34, São Paulo, Beca, 647 p, 2004.

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

ALMEIDA, F. F. A.; HASUI, Y; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction . Earth-Sci.Rev., 17 :1 – 29, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL – ABGE. **Métodos para a descrição quantitativa de discontinuidades em Maciços Rochosos**. ABG/CBMR. São Paulo, 1983, 132p.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2003.

BAPTISTA M.C. 2004. **Estratigrafia e evolução geológica da região de Lagoa Formosa (MG)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 104 p.

BARBIERI, P.R.B. Caracterização da estação chuvosa nas regiões Sul e Sudeste do Brasil associado com a circulação atmosférica. 116f, DISSERTAÇÃO (mestrado em meteorologia), INPE, São José dos Campos – SP, 2007.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2013.

BATEZELLI A.; SAAD A.R.; FULFARO V.J.; CORSI A.C.; LANDIM P.M.B e JOSÉ PERINOTTO, J.A. de J. **Análise de bacia aplicada às unidades Mesozóicas do Triângulo Mineiro (Sudeste do Brasil): uma estratégia na prospecção de recursos hídricos subterrâneos**. São Paulo, 2005: Águas Subterrâneas – ABAS. Vol.19, Nº 1.

BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. 183 f. Tese (doutorado). Pós – Graduação em Geociências Área de Concentração em Geologia Regional. UNESP – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

BECKER, M. & DALPONTE, J.C. 1990. Rastros de mamíferos silvestres brasileiros. 2ª ed. Universidade de Brasília, Brasília (DF).

BERTOL, G. A. **Avaliação da recarga anual no aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais**. 2007. 111 f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-

Graduação em Geologia. Instituto de Geociências, UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais.

BRASIL Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.

Lei nº 6.938, de 31/08/1981. CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH Divisão Hidrográfica Nacional (2003).

Resolução Nº 32, de 15 de outubro de 2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - Divisão Hidrográfica Nacional, 2003.

Resolução CONAMA 347, de 10 de setembro de 2004, que dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico e revoga a Resolução Nº 05/87.

Resolução CONAMA Nº 357, de 18 de março de 2005 (alterada pela Resolução 410/2009 e 430/2011).

Decreto nº 6.640, de 7 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. Publicação DOU: Seção 1 - Nº 218, 10/11/2008.

Instrução Normativa nº 02, de 20 de agosto de 2009, que dispõe sobre a regulamentação dos estudos de Valoração de Cavidades Naturais Subterrâneas. Ministério de Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. Brasília, 2009.

Instrução Normativa nº 30, de 19 de setembro de 2012. Ministério de Meio Ambiente – Instituto Chico Mendes de Conservação de Biodiversidade. Brasília, 2012.

BRITO NEVES B.B de et al. **The Brasiliano collage in South America: a review.** Brazilian Journal of Geology, 44(3): 493-518, September 2014

BROD, J. A., LEONARDOS, O. H., MENESES, P. R., ALMEIDA, R., ARAÚJO, R. N. J., BLANCO, S. B., SANTOS, P. C. V., 1991. Tectono-estratigrafia da Faixa Brasília na região do Alto Paranaíba. Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 3, 155-168.

CAMPOS J.E.G. & DARDENNE M.A. 1997a. **Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana: Uma Revisão.** Revista Brasileira Geociências, 27(3): 269-282.

CAMPOS J.E.G. & DARDENNE M.A. 1997b. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. Revista Brasileira Geociências, 27(3):283-294

CARVALHO, L.M.V.; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In Tempo e Clima no Brasil. Cavalcante, I.F.A.; Ferreira N.J.; Silva, M.G.A.J.; Silva Dias, M.A.F. (orgs)São Paulo. Oficina de Textos, 2009, p.95 – 109.

COELHO, J.C.C; MARTINS-NETO, M.A.; MARINHO, M.S. **Estilos estruturais e evolução tectônica da porção mineira da bacia proterozóica do São Francisco.** Revista Brasileira de Geociências. 38(2): 149-165, 2008.

COMITE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARACATU - Plano diretor de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu: resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Paracatu. --- Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2006. 384 p.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARANAÍBA. Características gerais do rio Paranaíba. Disponível em: <<http://cbhparanaiba.org.br/a-bacia/clima>> Acesso em 27/05/2022.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000.** 2003. Disponível em: <<http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>> acesso em 05 de maio de 2022.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS – CODEMIG; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000.** 2003. Disponível em: <<http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>> acesso em 05 de maio de 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 2010. **IET - Índice de Estado Trófico.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: 2006. São Paulo: CETESB, 2007. (Série Relatórios).

CORSI, A. C. **Compartimentação morfoestrutural da região do Triângulo Mineiro (MG):** aplicado a exploração de recursos hídricos subterrâneos. 2013. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Geociências, Universidade Estadual Paulista, **Rio Claro, 2013.**

COSTA, R.D. da Geologia da Folha de Três Marias - SE.23-Y-B-III Escala 1:100.000 Projeto Alto Paranaíba. Belo Horizonte, 2011.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA), 2018. Embrapa Monitoramento por Satélite. Acessado em: 21 de julho. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCS.** 5ª ed. revista e ampliada Brasília-DF, 2018.

EMBRAPA – Agência Embrapa de Informação Tecnológica - AGEITEC disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br>> (Acessado em 21 julho 2022).

EMBRAPA Mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio São Bartolomeu, escala 1:100.000. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013 60p.

ELIS W.R. Prospecção de águas subterrâneas com uso de métodos geofísicos. Grupo de Pesquisa em Geofísica Aplicada (sem data).

FERNANDES, L.A. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. Editora UFPR, Curitiba: Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 53-66, 2004.

FERNANDES, R. A.; CARNEIRO, M. A. **O Complexo metamórfico Campo Belo (Cráton São Francisco Meridional):** unidades litodêmicas e evolução tectônica. Revista Brasileira Geociências, 30: 671-678, 2000.

FERNANDES, L. A., COIMBRA, A. M. **Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (neocretáceo).** Revista Brasileira de Geociências, 30(4):717-728. 2000.

FONSECA, M. A.; DARDENNE, M. A.; UHLEIN, A. Faixa Brasília Setor Setentrional: Estilos Estruturais E Arcabouço Tectônico. **Revista Brasileira de Geociências** 25(4):267-278, dez.1995.

FRAGOSO, D.G.C. et al. **Geologia dos Grupos Bambuí, Areado e Mata da Corda na folha Presidente Olegário (1:100.000), MG: registro deposicional do Neoproterozóico ao Neocretáceo da bacia do São Francisco.** Gnomos 19(1): 28 - 38. 201.

FUCK, R.A. 1994. **A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica na Província Tocantins.** In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, 4 , Brasília, 1994. *Anais...*Brasília, SBG, p. 184-187.

FUCK, R.A.; JARDIM DE SÁ, E.F.; PIMENTEL, M.M.; DARDENNE, M.A.; SOARES, A.C. P. 1993. **As Faixas de Dobramentos Marginais do Cráton do São Francisco.** In: DOMINGUEZ, J. & MISI, A.(coords), *O Craton do São Francisco.* SBG, Salvador, p.161-185.

FUCK, R.A.; PIMENTEL, M.M.; SILVA, L.J.H. 1994. **Compartimentação tectônica na porção oriental da Província do Tocantins.** In: CONGR. BRAS. GEOL., 38, Camboriú, 1994. *Anais...*Camboriú, SBG, p. 215-216.

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

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

GOOGLE EARTH - MAPAS. <http://mapas.google.com>. Consulta realizada em 17/05/2022

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Bacia hidrográfica do Rio Paranaíba**. 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/153>>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/regulacao-de-usos-de-recursos-hidricos> (acessado em 12/07/2022).

disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/unidades-de-planejamento/bacia-paranaiba/3783-dados-de-outorga-pn1> (acessado em 27/07/2022).

Portal dos Comitês. Disponível em: IGAM – <http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-pn1>), acessado em 28/07/2022.

Bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. 2014. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/component/content/article/153>>. Acesso em: 18 de novembro de 2022.

Indicadores de qualidade de água. Disponível em: <<http://comites.igam.mg.gov.br/boletim-qualidade-das-aguas/1650-indicadores-de-qualidade>>. Acesso em 18 de novembro de 2022.

Monitoramento da qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2013: resumo executivo / Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte, 2014. 68 p.

Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais. 2006. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/PERH/perhnet.pdf>> Acesso em 18 de novembro de 2022.

Relatório Anual de Monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Paranaíba. 2017 – 3º trimestre.

Relatório Anual de Monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Paranaíba. 2018 – 3º trimestre

Qualidade das Águas Superficiais de Minas Gerais em 2018 – Resumo Executivo. IGAM: 2018.

GRASSO, C.B. **Petrologia do complexo alcalino-carbonatítico de Serra Negra, MG**. Brasília: UNB, 2010 (dissertação de mestrado) 156p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> (acessado em 18/10/2021).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Mapa de unidades do relevo do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE 2006. 2ª Ed.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Manual técnico de Geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e estudos Ambientais – 2ª Ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 189p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Manual técnico de Geomorfologia/IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e estudos Ambientais – 2ª Ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 189p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais**. 2006. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/PERH/perhnet.pdf>> Acesso em 26 de setembro de 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DE ÁGUAS – IGAM disponível em <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/regulacao-de-usos-de-recursos-hidricos> (acessado em 26/09/2022).

Portal InfoHidro. disponível em: <http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/downloads/unidades-de-planejamento/bacia-paranaiba/3783-dados-de-outorga-pn2> (acessado em 26/09/2022).

Portal dos Comitês Disponível em: IGAM – <http://comites.igam.mg.gov.br/conheca-a-bacia-pn2>), acessado em 20/10/2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) acessado em 09/2019. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

JANSEN, D.C; CAVALCANTI, L. F. LAMBLÉM, H. S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Brasília, 2012, v. 2, n.1.

KIANG, C.; MIRANDA, F. P.; MAGALHÃES, L; ALKMIM, F. F. **Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco**. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, v. 5, p. 2076-2090, 1988.

MARANESI, D. A. Avaliação Geoambiental em Áreas de Cerrado no Triângulo Mineiro para Implantação de Pequenos Reservatórios Superficiais de Água: Aplicação na Folha de Tupaciguara, MG (1:100.000). **Tese (Doutorado)** Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus Rio Claro-SP. 2002. 163 f.

MARTINS, E. S.; REATTO, A.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F. Evolução geomorfológica do Distrito Federal. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004b. p. 57.

MARTINS-NETO M.A., CASTRO P.T.A., HERCOS C.M. 1997. O Supergrupo São Francisco (Neoproterozóico) no Cráton do São Francisco em Minas Gerais. Belo Horizonte, SBG/MG, Boletim, 14, p. 22-24

MARTINS-NETO, M. A.; PINTO, C. P. **A bacia do São Francisco: definição e base de dados.** In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, p. 1-30, 2001.

MARTINS-NETO M.A. & ALKMIM F.F. 2001. **Estratigrafia e Evolução Tectônica das Bacias Neoproterozóicas do Paleocôntinente São Francisco e suas margens: registros da quebra de Rodínea e colagem de Gondwana.** In: C.P. Pinto & M.A. Martins-Neto (eds.). Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte, SBGMG, 1, p.: 31-54.

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

MILANI, E. J.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. **Bacia do Paraná.** B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, maio/nov. 2007.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná.** Revista Brasileira de Geociências, 1998, p. 473-484.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná.** Revista Brasileira de Geociências, 1998, p. 473-484.

MINAS GERAIS. Cleide Izabel Pedrosa de Melo. Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Org.). **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos.** Belo Horizonte: Igam, 2008. 85 p.

MINAS GERAIS. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). Outorgas de direito de uso de recursos hídricos. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/> (Acessado em 17/09/2022).

Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-Sisema). Domínios hidrogeológicos. Disponível em: http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/WebGis-1707_mg_domínioshidrogeologicos_pol (Acessado em 29/09/2022).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Instrução Normativa 02 de 20 de agosto de 2009. Institui a metodologia de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas. Disponível em:

<www.icmbio.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159> acesso em 18 de setembro de 2022.

MORAES L.C., SEER H.J., KATTAH S.S. 1987. **Aspectos petroquímicos das rochas vulcânicas alcalinas cretácicas da porção meridional da Bacia Sanfranciscana, MG.** In: Congr. Bras.Geoquim.,1, Anais, p. 315-326.

NAVARRO, G.R.B. et al. **O Grupo Araxá na Região Sul-Sudoeste do Estado de Goiás.** Geologia USP. Série Científica, 13(2), 5-28.

NAVARRO, G. R. B.; ZARNARDO, A.; CONCEIÇÃO, F. T. **O Grupo Araxá na região sul-sudoeste do Estado de Goiás.** Revista do Instituto de Geociências – USP. Série cient., São Paulo, v. 13, n. 2, p. 5-28, 2013.

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

NOVAES PINTO, M. Superfícies de aplainamento na Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal/Goiás. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v. 48, n. 3, p. 237-257, 1986.

NOVAIS, G. T. Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG). Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011, p. 175. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/1195>>. Acesso em: 08/2022.

PEDROSA, A. de S.; SOUZA, R.de C. M. de **As unidades de paisagem no Triângulo Mineiro desaparecimento da paisagem cerrado.** Alfenas: I Simpósio Mineiro de Geografia Física. Alfenas maio de 2014.

PIMENTEL M.M. and Fuck R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. Geology, 20(4),375-379.

QUEIROZ, M.L. 2015. **Nascentes, Veredas e Áreas Úmidas. Revisão Conceitual e Metodologia de Caracterização e Determinação: Estudo de Caso na Estação Ecológica de Águas Emendadas - Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 161p.

RAMOS, M.V.V. 2004. **Caracterização dos solos, da estrutura fitossociológica e do estado nutricional da vegetação de veredas em diferentes superfícies geomorfológicas no Triângulo Mineiro.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília.

RAMOS, M.V.V.; CURY, N.; MOTA, P.E.F.; VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.N. & SILVA, M.L.N. 2006. **Veredas do Triângulo Mineiro: Solos, água e uso**. Ciência Agrotécnica 30(2): 283-293.

RADAM BRASIL Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro (RJ), Folha SE, 22. Goiânia, v.31, 1983.

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

RODRIGUES, L.; NISHIYAMA, L. **Estudo dos fatores responsáveis pela erosão acelerada na bacia do córrego dos macacos – Uberlândia-MG**. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia-GO, 2001.

ROLDÃO, A. de F. ; ASSUNÇÃO, W. L. Caracterização e duração das estações seca e chuvosa no Triângulo Mineiro - MG. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.428 – 440, 2012. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(CARACTERIZAÇÃO%20E%20DURAÇÃO%20DAS%20ESTAÇÕES%20SECA%20E%20CHUVOSA%20NO%20TRIÂNGULO%20MINEIRO%20final\).pdf](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(CARACTERIZAÇÃO%20E%20DURAÇÃO%20DAS%20ESTAÇÕES%20SECA%20E%20CHUVOSA%20NO%20TRIÂNGULO%20MINEIRO%20final).pdf)>. Acesso em: 09/2022.

SANTOS. J. G. Variabilidade Pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba-MG. Dissertação de Mestrado -Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015, p. 86. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/16223>>. Acesso em: 09/2022.

SEER, H. J. **Evolução tectônica dos Grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Minas Gerais**. Brasília, Tese de Doutorado, IG-UNB, 267 p, 1999.

SEER, H.J. **Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá**. Araxá, Minas Gerais. Instituto de Geociências Universidade de Brasília, Brasília: 1999 Tese de Doutorado, 267p.

SEER, H. J.; DARDENNE, M. A. **Tectonostratigraphicterrane analysis on neoproterozoic time: the case study of the Araxá Synform, Minas Gerais, Brazil – implications to the collage of the Gondwanaland**. Revista Brasileira de Geociências, 2000.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Carta hidogeológica do Brasil ao milionésimo - Folha SE 23 – Belo Horizonte, 2015.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Carta geológica do Brasil ao milionésimo - Folha SE 23 – Belo Horizonte, 2004.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Sistema Aquífero Bauru–

Caiuá no Estado de Minas Gerais. Bacia Sedimentar do Paraná. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012. 35 p, il. v.13.

SILVA, A. J. P.; LOPES, R. C.; VASCONCELOS, A. M.; BAHIA, R. B. C. **Bacias sedimentares paleozoicas e meso-cenozoicas interiores.** In: Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonçalves (eds.) CPRM, Brasília, 2003. p. 55-85.

SILVA, G.A. da. **Mapeamento e caracterização do meio físico como indicativo de susceptibilidade erosiva na bacia hidrográfica do ribeirão São Lourenço – Ituiutaba/MG.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Geografia - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2014.

TEIXEIRA, N., Assoalho Oceânico no complexo Ultramáfico do quatiupuru (PA). Implicações tectônicas para a Faixa Móvel Araguaia: in. In Congresso Brasileiro de Geologia (Vol. 39, pp. 117-120). 1996.

TEIXEIRA, W.; CARNEIRO, M. A. NOCE, C. M.; MACHADO, N.; SATO; TAYLOR, P. N. **Pb, Sr and Nd isotope constraints on the Archaean evolution of gneissic-granitoid complexes in the Southern São Francisco Craton, Brazil.** Precambrian Research, 78: 151-164, 1996.

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

TROMPETTE, R. R. **Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma). Pan-African – Brasiliano aggregation of South America and Africa.** A. A. Balkema, Rotherdam, 350 p., 1994.

TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI Recursos Hidricos no Século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328p.

TUNDISI & MATSUMURA TUNDISI **As múltiplas dimensões da crise hídrica.**São Paulo: Revista USP nº 106, p. 21 – 30, 2015.

UFV – CETEC – UFLA - FEAM. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010. 49p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>> Acesso em: 21 Jun. 2022.

UHLEIN A., LIMA O.N.B., FANTINEL L.M., BAPTISTA, M.C. 2004. **Estratigrafia e evolução geológica do Grupo Bambuí, Minas Gerais.** In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 42, Roteiro Geológico, Excursão 2, CD-ROM, p. 30-51.

UHLEIN, A.; DARDENNE, M. A.; SEER, H. J.; MORAES, L. C.; BAPTISTA, M. C.; NOCE, C. M.; FRAGOSO, D. G. C.; DIAS, P. H. A.; MOREIRA, G. C. **A Formação Lagoa Formosa e a estratigrafia do Grupo Bambuí em Minas Gerais.** In: XLV Congresso Brasileiro de Geologia, 2010, Belém. Anais do XLV Congresso Brasileiro de Geologia, 2010.

UHLEIN, A. et al. Tectônica da Faixa de Dobramentos Brasília – Setores setentrional e meridional. *Geonomos*, 20(2), 1-14, 2013.

UNDP - United Nations Development Programme. Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. UNDP, 2004. Disponível em: <http://www.undp.org/bcpr>. Acesso em: 15 Set. 2022.

VALERIANO, C.M.; ALMEIDA, J.C.H.; SIMÕES, L.S.A.; DUARTE, B.P.; ROIG, H.L.; HEILBRON, M. 1997. Evolução estrutural do domínio externo da Faixa Brasília no sudoeste de Minas Gerais: registros de uma tectônica pré-brasiliana. *Rev. Bras. Geoc.* (no prelo).

VALENTE, O.F. 2005. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras / Osvaldo Ferreira Valente, Marcos Antônio Gomes. – Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 210p.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

CREA-MG

ART OBRA / SERVIÇO
Nº MG20243188567

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

INICIAL

1. Responsável Técnico

LUIZ NISHIYAMA

Título profissional: **GEÓLOGO**

RNP: 1404814914

Registro: MG0000053491D MG

2. Dados do Contrato

Contratante: **Guilherme Piva**

FAZENDA Fazenda Pampa

Complemento:

Cidade: **PRESIDENTE OLEGÁRIO**

Bairro: **Zona Rural**

UF: **MG**

CPF/CNPJ: **014.065.246-97**

Nº: **S/N**

CEP: **38750000**

Contrato: **Não especificado**

Valor: **R\$ 2.500,00**

Ação Institucional: **Outros**

Celebrado em: **25/04/2023**

Tipo de contratante: **Pessoa Física**

3. Dados da Obra/Serviço

RODOVIA BR-354

Complemento:

Cidade: **PRESIDENTE OLEGÁRIO**

Data de Início: **10/05/2023**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **Guilherme Piva**

Bairro: **Zona Rural**

UF: **MG**

Nº: **S/N**

CEP: **38750000**

Previsão de término: **30/07/2024**

Coordenadas Geográficas: **0, 0**

Código: **Não Especificado**

CPF/CNPJ: **014.065.246-97**

4. Atividade Técnica

8 - Consultoria

40 - Estudo > MEIO AMBIENTE > DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > DE DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL > #7.2.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

Quantidade

1,00

Unidade

un

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deve proceder a baixa desta ART

5. Observações

Elaboração do Diagnóstico do Meio Físico como parte do EIA-RIMA da Fazenda Pampa de propriedade de Guilherme Piva, Matrículas 30.562,30.606,30.607, 30.608, 30.674 e 30.676.

6. Declarações

- Declaro estar ciente de que devo cumprir as regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no decreto n. 5296/2004.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que meus dados pessoais e eventuais documentos por mim apresentados nesta solicitação serão utilizados conforme a Política de Privacidade do CREA-MG, que encontra-se à disposição no seguinte endereço eletrônico: <https://www.crea-mg.org.br/transparencia/legpd/politica-privacidade-dados>. Em caso de cadastro de ART para PESSOA FÍSICA, declaro que informei ao CONTRATANTE e ao PROPRIETÁRIO que para a emissão desta ART é necessário cadastrar nos sistemas do CREA-MG, em campos específicos, os seguintes dados pessoais: nome, CPF e endereço. Por fim, declaro que estou ciente que é proibida a inserção de qualquer dado pessoal no campo "observação" da ART, seja meu ou de terceiros.
- Declaro, nos termos da Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), que estou ciente de que não posso compartilhar a ART com terceiros sem o devido consentimento do contratante e/ou do(a) proprietário(a), exceto para cumprimento de dever legal.

7. Entidade de Classe

SINGEO-MG - Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Ubaldia 25 de julho de 2024

Local

data

Luiz Nishiyama
LUIZ NISHIYAMA - CPF: 002.181.168-70

ROSANA RESENDE ELOY:06954271640 Assinado de forma digital por ROSANA RESENDE ELOY:06954271640
 Dados: 2024.07.26 19:20:40 -03'00'

Guilherme Piva - CPF: 014.065.246-97

9. Informações

* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

10. Valor

Valor da ART: **R\$ 99,64**

Registrada em: **26/07/2024**

Valor pago: **R\$ 99,64**

Nosso Número: **8605313678**

A autenticidade desta ART pode ser verificada em: <https://crea-mg.sitac.com.br/publico/>, com a chave: BCdd1
 Impresso em: 26/07/2024 às 13:20:57 por: , ip: 189.37.77.140

www.crea-mg.org.br
 Tel: 0800 031 2732

atendimento@crea-mg.org.br
 Fax:

