

9 - ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

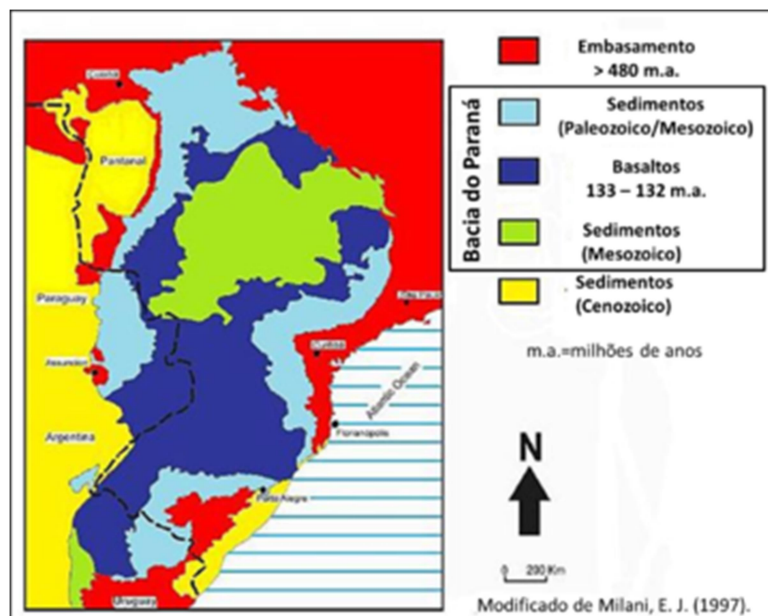
9.1 - Introdução

O diagnóstico hidrogeológico das áreas de influência do empreendimento **Complexo Dois Irmãos, Duas Estrelas e Formosa** foi realizado com o objetivo de identificar e caracterizar as unidades aquíferas presentes, além dos principais aspectos hidrogeológicos, hidroquímicos e susceptibilidades. Para tanto, informações preliminares foram levantadas em fontes de dados secundárias disponíveis, tais como: trabalhos acadêmicos e publicações técnicas acerca da geologia, hidrogeologia, recursos hídricos subterrâneos, poluição e contaminação de aquíferos, dentre outros.

Uma vez concluída a etapa de pesquisa bibliográfica, passou-se à etapa de levantamentos de campo. Nessa fase foram levantadas informações geológicas/hidrogeológicas *in situ* com o objetivo de realizar a confrontação das informações levantadas em fontes bibliográficas com a realidade de campo para, finalmente, proceder à identificação e caracterização das unidades aquíferas presentes nas áreas de influência do empreendimento.

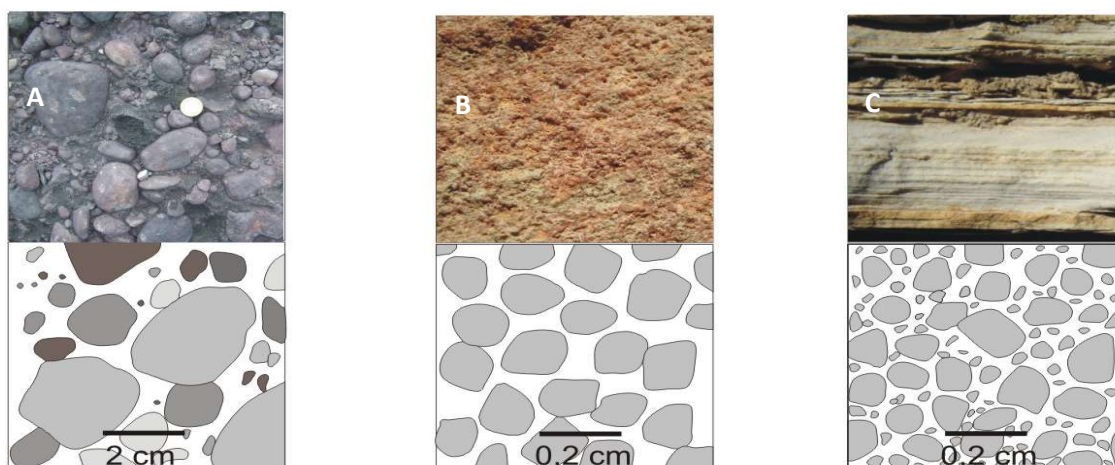
Com base nas referências bibliográficas consultadas sabe-se que as áreas de influência do empreendimento estão inseridas na Província Hidrogeológica da Bacia do Paraná. Esta por sua vez acha-se representada por unidades aquíferas sedimentares e magmáticas sobrejacentes a um embasamento tectonicamente estável (Figura 9.1-1). Desse modo, as unidades aquíferas presentes nesta província apresentam características de aquífero granular (sedimentar) e fraturado (ígneo).

Figura 9.1-1 – Distribuição de aquíferos granulares (sedimentos) e fraturados (basaltos) na Província Hidrogeológica do Paraná. *Fonte: Milani, 1977.*



Segundo Elis (sem data) o aquífero granular compreende as rochas sedimentares, sedimentos inconsolidados e, ainda, solos arenosos decompostos *in situ* (Figura 9.1-2). Constitui o aquífero mais importante pela capacidade de armazenar grande volume de água e pela ampla distribuição sobre a superfície da Terra. Na Província hidrogeológica do Paraná classificam-se como esse tipo de aquífero as unidades hidroestratigráficas representadas pelos grupos Paraná, Itararé, Passa Dois, São Bento e Bauru, além dos diversos depósitos recentes de idade cenozóica.

Figura 9.1-2 – Ilustrações de tipos de aquíferos granulares: (A) conglomerado; (B) arenito grosso e (c) arenito fino (Fonte: Iritani e Ezaki, 2008 apud Varnier, 2009).



Um aquífero fraturado, segundo o referido autor, é formado por rochas ígneas e metamórficas. A capacidade destas litologias em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação (Figura 9.1-3).

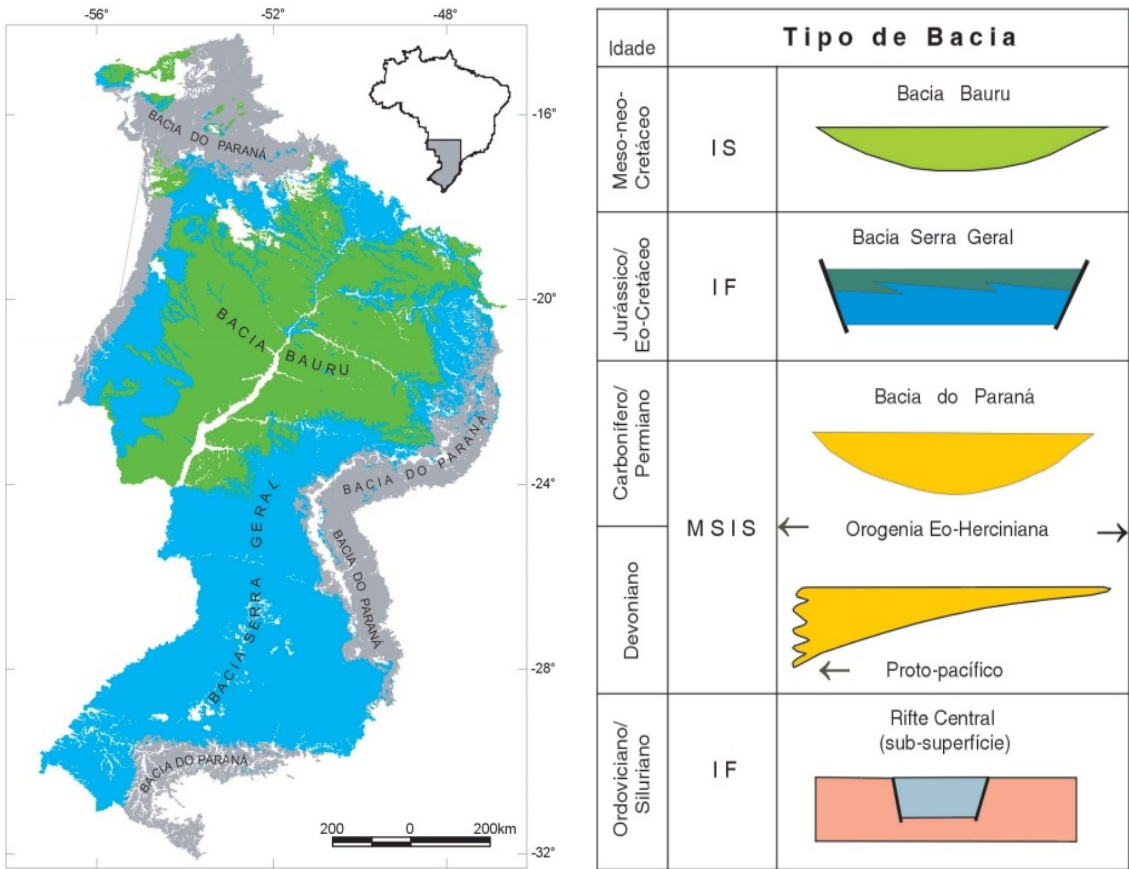
Figura 9.1-3 – Rocha com porosidade de fratura ou porosidade secundária (Fonte:Varnier, 2009).



O Sistema Aquífero Bauru-Caiuáe caracteriza como um aquífero do tipo granular. Segundo o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2012) este sistema aquífero distribui-se sobre uma superfície de 353.420 km² em território Brasileiro, abrangendo parcialmente os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás e, ainda, se estende em direção ao Paraguai totalizando, assim, uma área aproximada de 370.000 km² (Figura 9.1-4).

Na Província Hidrogeológica do Paraná o aquífero fraturado é representado pela Formação Serra Geral, sendo esta constituída predominantemente de basaltos e pelos corpos intrusivos sob a forma de diques e soleiras de diabásio (Figura 9.1-4).

Figura 9.1-4 – Os sistemas aquíferos Bauru-Caiuá e Serra Geral na Província Hidrogeológica do Paraná.



9.2 - Principais sistemas aquíferos na região do Triângulo Mineiro

Especificamente na região do Triângulo Mineiro estão presentes dois sistemas aquíferos pertencentes à Província Hidrogeológica do Paraná: Bauru-Caiuá e Serra Geral.

O Sistema Aquífero Bauru-Caiuá é representado pelas unidades hidroestratigráficas Uberaba, Adamantina ou vale do Rio do Peixe (conforme a redefinição estratigráfica proposta por Fernandes, 2000), Marília e Santo Anastácio, sendo que este último integra do Grupo Caiuá e se encontra presente em áreas restritas nos municípios de Carneirinho e Iturama, onde repousa diretamente sobre o Aquífero Serra Geral, conforme ilustrado nas Figuras 9.2-1 e 9.2-2.

Figura 9.2-1 – Bacia Bauru na Bacia Sedimentar do Paraná com destaque para a região do Triângulo Mineiro. *Fonte: Fernandes 2004.*

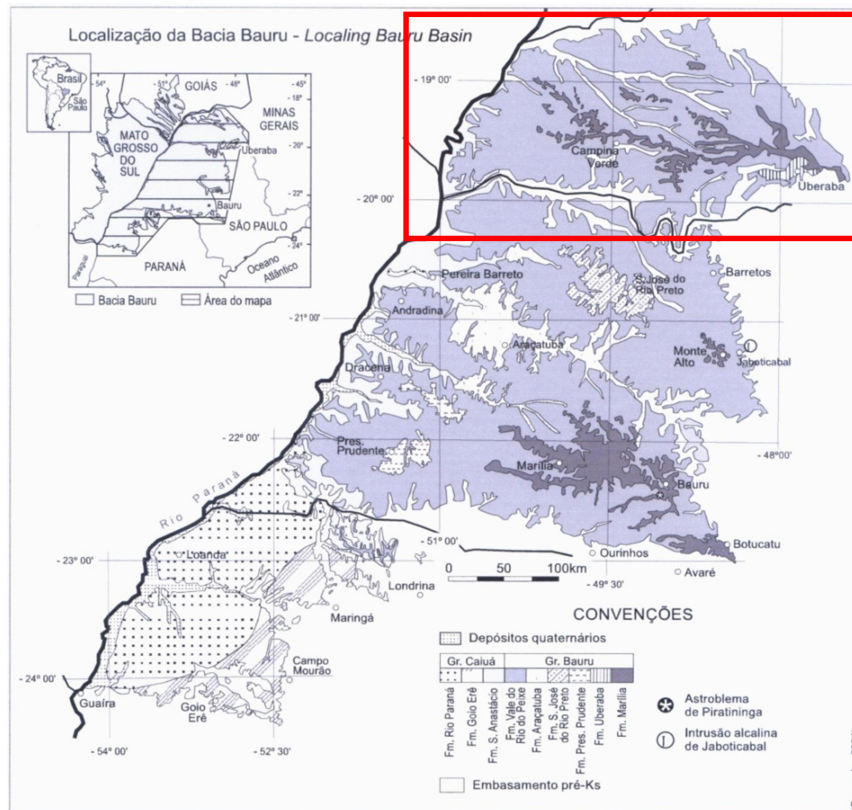
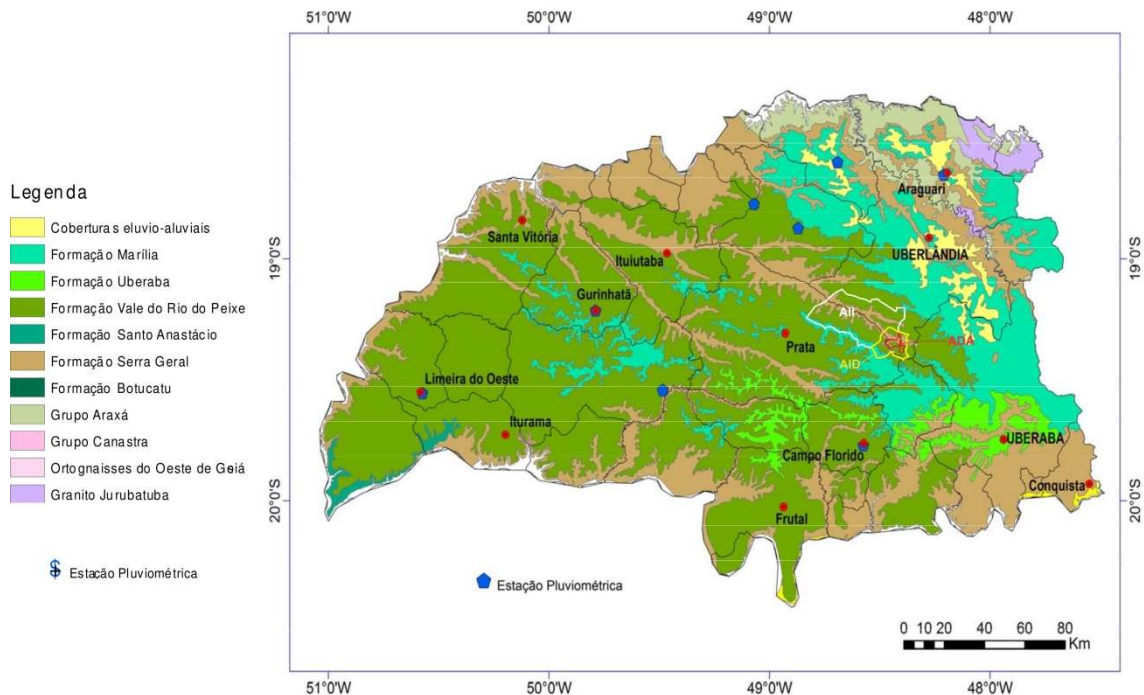


Figura 9.2-2 – Distribuição das unidades hidroestratigráficas da Bacia Bauru no Triângulo Mineiro e os aquíferos correspondentes. *Fonte: CPRM, 2012.*



As principais unidades aquíferas, em termos de reservas de água e quantidade explorada, presentes na região do Triângulo Mineiro são o Bauru e Serra Geral.

Quanto ao aquífero cristalino, representado pela unidade hidroestratigráfica Araxá (Proterozóico Superior) as informações hidrogeológicas são escassas em razão de seu baixo potencial como aquífero e, portanto, a água subterrânea ser pouco explorada.

O Aquífero Marília, unidade do Sistema Aquífero Bauru, é constituída de arenitos imaturos e conglomeráticos com intercalações de lamitos arenosos. Apresenta espessura média de 90 metros na região, podendo chegar ao valor máximo de 300 metros. Estratigraficamente posiciona-se sobre os basaltos da Formação Serra Geral (CPRM, 2012).

O Aquífero Adamantina, outra unidade do Sistema Aquífero Bauru, apresenta a maior distribuição espacial na região do Triângulo Mineiro, cuja espessura é da ordem de 160 metros observada em perfurações de poços tubulares profundos. Litologicamente constitui-se de arenitos muito finos a finos, marrom-claro, rosado e alaranjado, e seleção das partículas moderada a boa. Apresenta cimentação por CaCO_3 de maneira localizada e incipiente.

Segundo HASUI (1.969), a Formação Uberaba ocorre descontinuamente e apresenta grande dispersão geográfica nas regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba, podendo chegar a 140 metros de espessura. Corresponde a uma unidade vulcanoclástica segundo a terminologia de FISHER (1.961). Constitui-se de arenitos, conglomerados, siltitos e argilitos, todos com contribuição de clastos vulcânicos. A unidade aquífera correspondente, correlata ao Aquífero Adamantina, representa importância secundária em termos de produção de água na região em decorrência das características hidrogeológicas pouco favoráveis ao armazenamento e transmissão da água.

O Aquífero Santo Anastácio está presente na região ocupando uma estreita faixa adjacente às calhas dos rios Paranaíba e Grande, na porção conhecida como Pontal do Triângulo, onde repousa diretamente sobre o Aquífero Serra Geral, com espessura máxima preservada da ordem de 60 m. A unidade é formada por arenitos quartzosos sub-arcoseanos, quase sempre maciços, finos a muito finos, pobremente selecionados, com fração silte subordinada e pequena quantidade de matriz siltico-argilosa.

Em razão da ocorrência nas áreas de influência do empreendimento serão objetos de descrição neste estudo os aquíferos Serra Geral e Bauru, sendo este último localmente representado pela unidade hidroestratigráfica Adamantina.

9.2.1 - Aquífero Serra Geral

O Aquífero Serra Geral está associado aos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Caracteriza-se como um aquífero do tipo fraturado devido à circulação e armazenamento de água ocorrer preferencialmente nas fraturas. O intenso diaclasamento das rochas basálticas que formam essa unidade aquífera se deu em decorrência da contração da massa magmática efusiva durante o seu resfriamento rápido em contato com o ar atmosférico (Figura 9.2.1-1).

Figura 9.2.1-1 – Basaltos da Formação Serra Geral com fraturas decorrentes do resfriamento rápido de lavas básicas. Esta unidade geológica representa o aquífero do tipo fraturado na Província Hidrogeológica do Paraná.



Na All do empreendimento e, por extensão na sua AID e ADA, a unidade aquífera Serra Geral possivelmente se encontra sobrejacente ao Aquífero Botucatu (SAG). Porém, devida à ausência de informações advindas de poços tubulares, a profundidade do contato entre as duas unidades aquíferas e a espessura do aquífero Serra Geral são praticamente desconhecidas.

Na maior parte da All do empreendimento esta unidade aquífera não aflora em razão do extenso recobrimento pelas rochas sedimentares arenosas da Formação Adamantina (Aquífero Bauru) e, em menor área pelas coberturas cenozóicas, as quais incluem os depósitos aluviais de idade holocênica. Nessa condição, a recarga do aquífero Serra Geral ocorre de maneira indireta na totalidade da All. Fora da All, nas porções expostas do aquífero Serra Geral, a recarga se faz diretamente através de fraturas e dos materiais resultantes de seu intemperismo, a exemplo do que ocorre no médio e baixo curso do rio Tijucu. As zonas de descargas do aquífero Serra Geral também estão localizadas nas porções topograficamente inferiores do vale daquele rio.

Importante salientar que o processo exutório assume importante papel em boa extensão da AI. Esta afirmação é corroborada pela presença de nascentes associadas a faixas de exsudação de água no aquífero Adamantina (encostas dos vales fluviais dos rios Estiva e Panga) e no contato deste com o Serra Geral (fundo de vale do rio Estiva).

Observações realizadas em afloramentos naturais de basaltos e pedreiras destinadas à exploração desta rocha na região evidenciaram que, a maior parte das fraturas apresenta-se seca, ou seja, sem água de circulação. Tal condição leva a crer que a circulação da água subterrânea nos basaltos se faz através de algumas fraturas preferenciais ou nos contatos entre derrames (juntas de contato).

Segundo Velasquez et al (2008), o aquífero Serra Geral tem sido pouco aproveitado no município vizinho de Araguari apesar de vazões obtidas nos poços perfurados na unidade ostentarem valores relativamente elevados, em alguns casos podendo chegar a 70m³/h.

9.2.2 - Aquífero Adamantina

O aquífero Adamantina ou Rio do Peixe (conforme a denominação atribuída por Fernandes 2004 para a Formação Adamantina de Soares e Landim, 1980), é a unidade aquífera com maior área aflorante na região do Triângulo Mineiro. A espessura dessa unidade pode chegar a 160 m na região conforme as determinações em poços tubulares para captação de águas subterrâneas. Litologicamente constitui-se de arenitos muito finos a finos, coloração marrom-claro, rosada a alaranjada, seleção moderada a boa das partículas e cimentação por CaCO₃ de maneira incipiente.

Esta unidade aquífera está presente em todas as áreas de influência do empreendimento. Fora dos limites da AI, o Aquífero Adamantina se estende para leste até desaparecer sob o Aquífero Marília já próximo da Serra da Galga; rumo ao sul avança pelos municípios de Campo Florido e Frutal até dar lugar ao Aquífero Serra Geral; para o sudoeste e oeste, esta unidade aquífera se estende pelos municípios de Prata, Campina Verde, Iturama, Limeira do Oeste; no sentido Noroeste atinge os municípios de Ituiutaba, Gurinhatã e Santa Vitória. No sentido sudoeste e oeste, o Aquífero Adamantina encontra-se parcialmente recoberto pelo Aquífero Marília ao longo de uma estreita faixa residual que ocupa os divisores de águas das duas grandes bacias hidrográficas do Triângulo Mineiro: Grande e Paranaíba.

Estudo realizado por Canatoet al. (2014) em poços tubulares perfurados no município de Bauru, estado de São Paulo, evidenciaram uma grande variação nos valores de vazão, desde 0,5 m³/h até 10,00 m³/h, posicionando a média das vazões em torno de 4,0 m³/h.

A espessura máxima do aquífero Adamantina na AI do empreendimento pode ser estimada em 135 metros. Este valor foi obtido tomando-se por base a diferença entre as cotas do contato litoestratigráfico entre as formações Serra Geral e Adamantina situado aproximadamente na cota 680 metros e a maior cota verificada na AI (815 metros). Os valores das cotas foram obtidos na carta topográfica do IBGE - Folha Miraporanga SE-22-Z-D-III e, posteriormente referendados por levantamentos de campo com uso de GPS.

9.2.3 - Aspectos hidrogeológicos da Área de Influência Direta

O aquífero Serra Geral encontra-se subjacente ao aquífero Adamantina na AID do empreendimento, condição esta que impede a sua exposição de maneira extensiva. Desse modo, a recarga subterrânea do aquífero Serra Geral ocorre de forma indireta por percolação das águas pluviais através de materiais inconsolidados arenosos e de arenitos e lamitos que constituem o aquífero Adamantina.

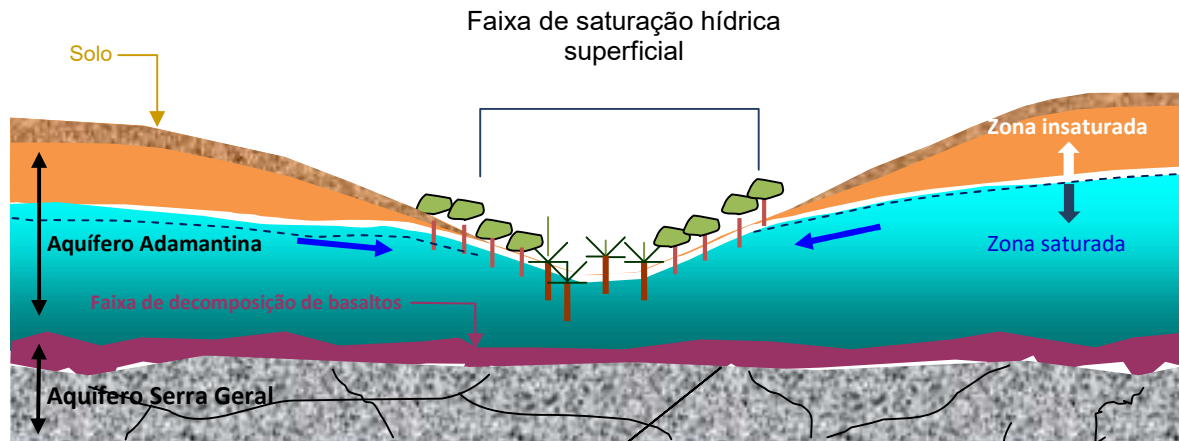
Não se pode precisar a espessura do aquífero Serra Geral na AID e ADA do empreendimento devido à ausência de informações locais, porém, estima-se que esta se situe entre 300 e 350 metros.

Informações hidrogeológicas coletadas em poços tubulares no vale do rio Grande, mais especificamente no município de Frutal, distante do empreendimento cerca de 90 km em linha reta, uma perfuração poço tubular profundo atravessou pouco mais de 1.000 metros de basaltos até atingir o aquífero Guarani. Na cidade de Uberlândia, distante cerca de 50 km rumo ao norte da área do empreendimento, a espessura estimada é de 180 metros. Estes valores permitem estimar a espessura de 350 metros para o aquífero Serra Geral na AID do empreendimento considerando o seu mergulho para o centro deposicional da Bacia Sedimentar do Paraná.

Na porção de topo do aquífero Serra Geral, junto ao contato com o aquífero Adamantina, é comum se observar em perfis de poços tubulares a ocorrência uma zona de intensa decomposição intempérica de basaltos constituída de materiais siltosos, silto-argilosos a argilo-siltosos (Figura 9.2.3-1). Devido à baixa permeabilidade destes materiais verifica-se um retardamento na migração vertical da água de percolação para o interior de aquífero Serra Geral. Ainda, abaixo dessa zona

de decomposição, as fraturas dos basaltos encontram-se obliteradas por materiais de alteração mobilizados da porção superior ou provenientes da própria alteração intempérica das paredes das fraturas.

Figura 9.2.3-1 – Relação de contato entre os aquíferos Adamantina e Serra Geral na AID e ADA do empreendimento.



Sobrejacente ao aquífero Serra Geral, o aquífero Bauru, representado pela unidade hidroestratigráfica Adamantina na AID e ADA do empreendimento, encontra-se sob uma cobertura inconsolidada arenosa (solo) com espessura variável entre 3 e 10 metros (Figura 9.2.3-2). A camada inconsolidada passa em profundidade para arenitos finos com intercalações de lentes de lamitos arenosos e cimentação carbonática incipiente.

Figura 9.2.3-2 – Cobertura pedológica sobre o Aquífero Adamantina na ADA do empreendimento.

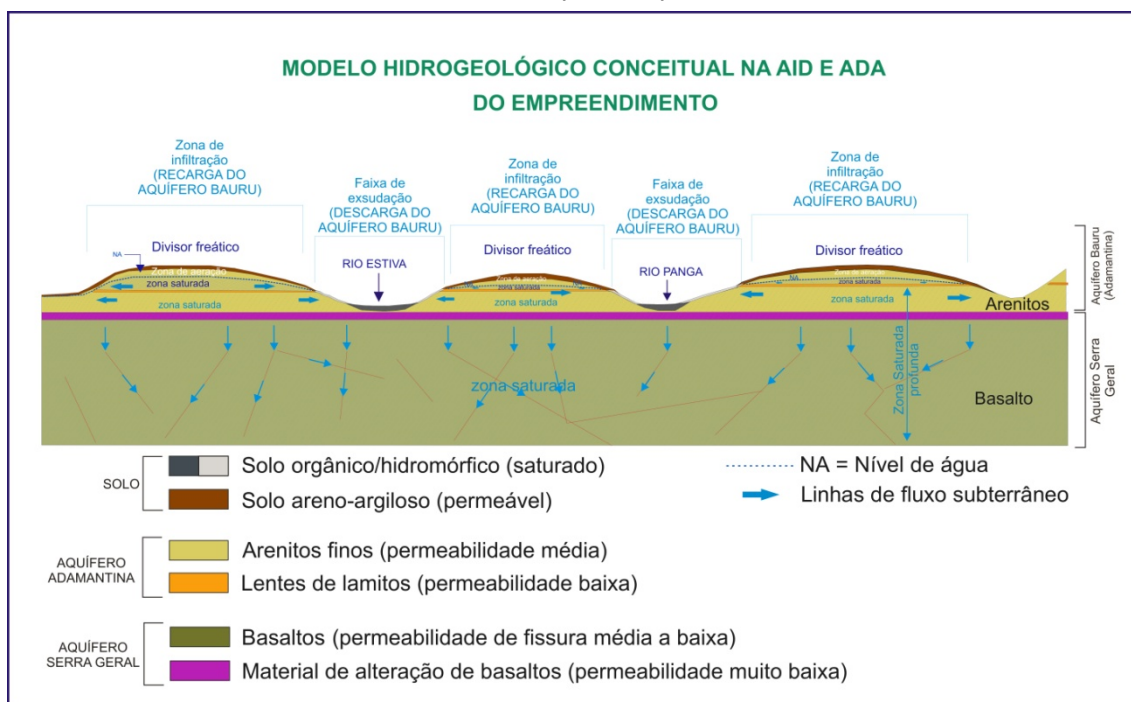


Dados de ensaios de infiltração de água *in situ* realizados por Nishiyama (1988) nessa cobertura inconsolidada, com uso do permeâmetro de Guelph, em dois pontos

localizados próximos da AID do empreendimento, mostraram que a cobertura pedológica arenosa derivada de litologias da Formação Adamantina ostenta coeficientes de permeabilidade(k) relativamente elevados, distintamente da rocha sedimentar subjacente, que contém maior porcentagem de finos (silte e argila) e cimentação carbonática incipiente. Os valores do coeficiente de permeabilidade (k) foram: ponto 01: $k = 3,2 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ e ponto 02: $k = 3,3 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

A Figura 9.2.3-3, a seguir, representa o modelo hidrogeológico da AID e ADA do empreendimento

Figura 9.2.3-3– Modelo Hidrogeológico conceitual da Área de Influência Direta e Área Diretamente Afetada pelo Empreendimento.



O modelo hidrogeológico conceitual da Figura 9.2.3-3, representativa para a AID e ADA do empreendimento, mostra o aquífero Serra Geral subjacente ao aquífero Bauru localmente representado pelo aquífero Adamantina. Nessa condição, a recarga do aquífero Serra Geral é realizada de maneira indireta através do aquífero Bauru (Adamantina).

A seção hidrogeológica também mostra o aquífero Adamantina recobrindo completamente o aquífero Serra Geral. A espessura local estimada para o aquífero Adamantina situa entre 20 e 140 metros, dependendo da cota altimétrica do ponto considerado.

O nível freático na ADA do empreendimento varia desde a condição aflorante nas porções de fundo de vale do córrego Santa Maria (Figuras 9.2.3-4 e 9.2.3-5) e nas

porções de exposição de arenitos argilosos (Figura 9.2.3-6) pouco permeáveis nas encostas deste córrego dos córregos afluentes até valores próximos a 20 metros nos divisores de águas, conforme o Mapa das Profundidades da Zona Saturada Freática elaborado por Nishiyama (1988) e apresentado na Figura 9.2.3-7.

Figura 9.2.3-4 – Porção de fundo de vale do córrego Santa Maria onde predominam profundidades do lençol freático raso a aflorante (<2m).



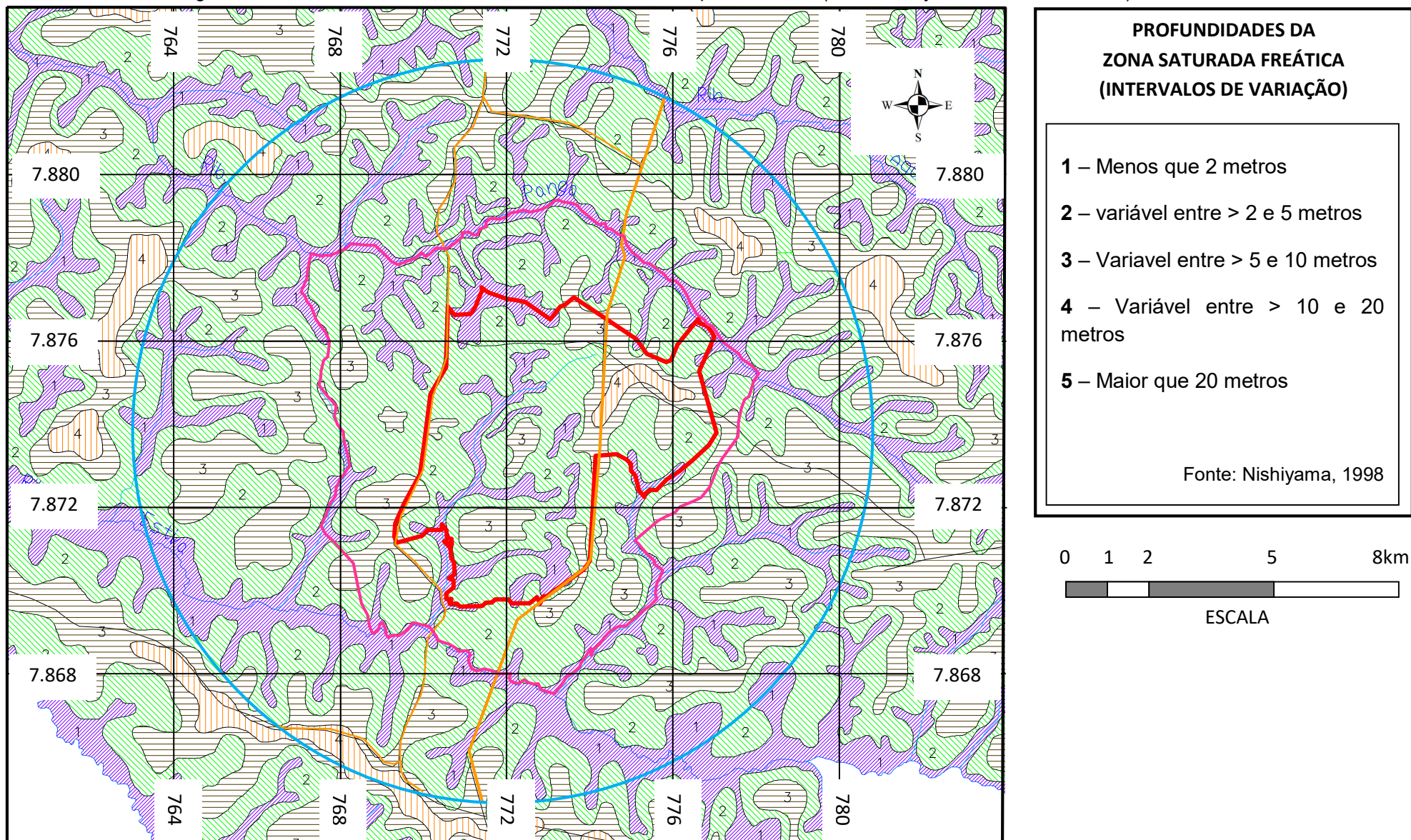
Figura 9.2.3-5 – Porção de fundo de vale do córrego Santa Maria com lençol freático aflorante.



Figura 9.2.3-6 - lençol freático aflorante em uma porção de alta encosta do vale do córrego Santa Maria.



Figura 9.2.3-7- Profundidade do nível freático na ADA* do empreendimento (fonte: Nishiyama, 1988, modificado).



O intervalo de profundidade do lençol freático menor que 2 metros pode ser observado na ADA do empreendimento, principalmente, nos fundos de vales do córrego Santa Maria e de um afluente do rio Panga. Também pode ser caracterizado em faixas de terrenos localizadas nas vertentes dos vales do córrego Santa Maria.

O intervalo de >2 a 5 metros de profundidade predomina na ADA ocupando as duas vertentes do vale do córrego Santa Maria, inclusive os divisores de águas dos córregos afluentes (Figura 9.2.3.9 e 9.2.3.10).

Figura 9.2.3.9 – Porção da vertente do córrego Santa Maria com profundidades do NA variando >2 a 5 metros.



Figura 9.2.3.10 – Porção da vertente do córrego Santa Maria com profundidades do NA variando >2 a 5 metros.



O intervalo de 5 a 10 metros ocorre em situações mais restritas situadas nas porções mais elevadas dos divisores de água (Figura 9.2.3.11).

Figura 9.2.3.11 - Porção da ADA com profundidades do NA variando >5 a 10 metros.



O intervalo de 10 a 20 metros encontra-se presente na ADA ocupando uma faixa no divisor de águas da bacia do ribeirão Estiva com a do Panga (Figura 9.2.3.12).

Figura 9.2.3.12 - Porção da ADA com profundidades do NA variando >10 a 20 metros.



Em termos de produção de água subterrânea a unidade aquífera Adamantina se apresenta medianamente promissora em razão de sua característica textural (arenito fino a muito fino com matriz argilosa), partículas bem selecionadas e grau de cimentação pelo carbonato de cálcio fraco a moderado (Figura 9.2.3-13). Tais características implicam em um coeficiente de transmissividade relativamente baixo, apesar de sua espessura atingir valores significativos na ADA do empreendimento, podendo atingir a espessura máxima da ordem de 120 a 130 metros.

Figura 9.2.3-13 – arenito com cimentação carbonática da formação Marília.



9.3 - Captação e usos da água subterrânea na AID e ADA do empreendimento

Pesquisas realizadas no IDE-SISEMA, acessado em 27/02/2023, identificaram 40 (quarenta) captações de água subterrânea na AID do empreendimento.

Deste total, 07 (sete) captações são realizadas por meio de Portaria de outorga, enquanto outras 33 (trinta e três) representam Cadastros de Usos Insignificantes.

As captações detentoras de Portarias de Outorga encontram-se registradas na Tabela 9.3-1, segundo consultas realizadas no site [www.http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis](http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis) consultado em 07/2023.

Tabela 9.3-1 – Uso da água subterrânea na AID do empreendimento – Portarias de Outorga.

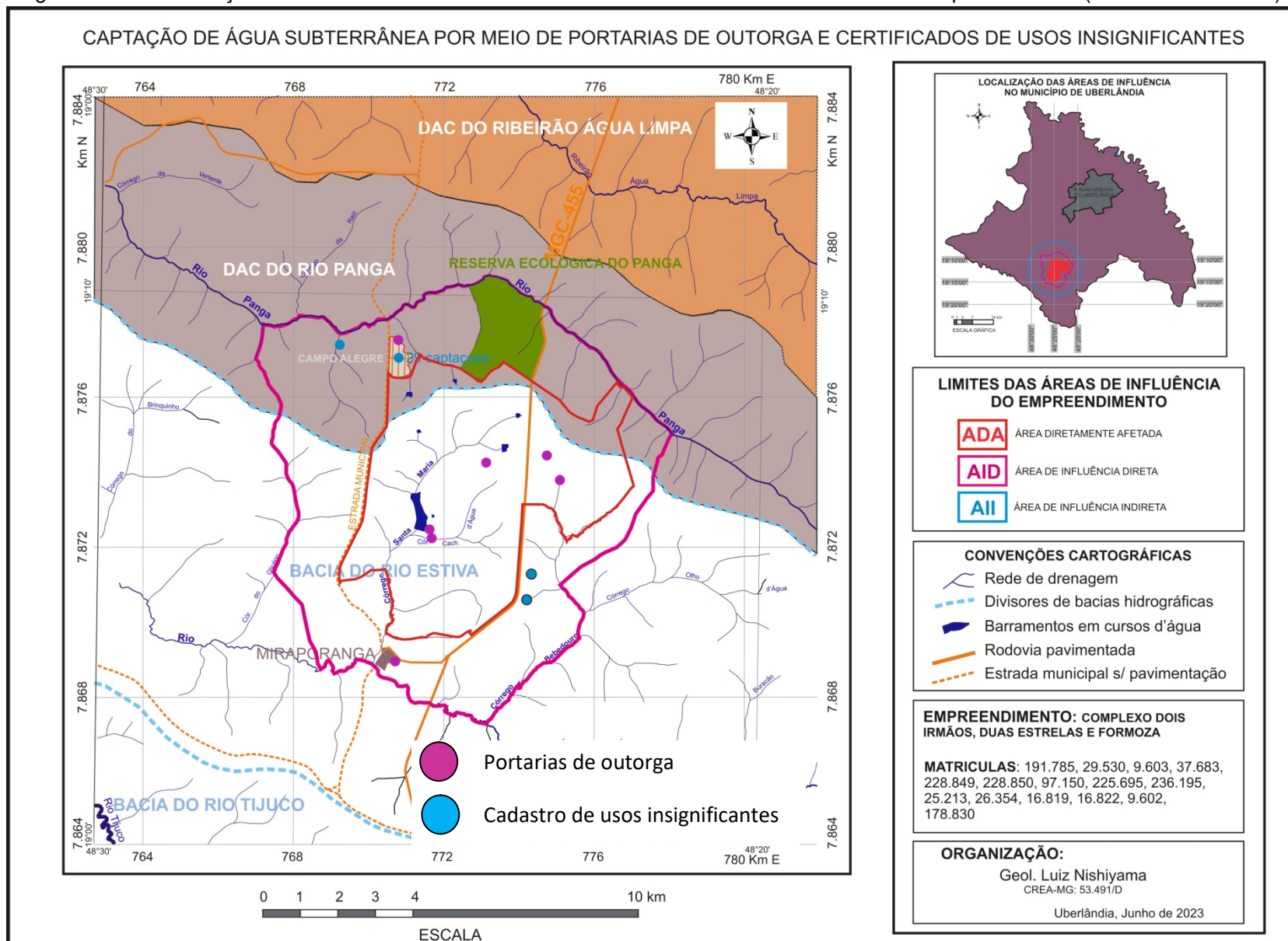
Portaria de outorga	Coordenadas Geográficas	Tipo de captação	Data publicação	Usos da água declarados
1906308-2021	19.22222222°S 48,4175°O	Captação de água subterrânea em Poço tubular existente	04/08/2021	Dessedentação de animais + Consumo humano + Piscina + limpeza de instalação
1900488/2019	19.35972222°S 48.40611111°O	Captação de água subterrânea em Poço tubular existente	18/01/2019	Consumo humano + dessedentação de animais + Paisagismo
1906309/2021	19.2072222°S 48.4033333°O	Captação de água subterrânea em Poço tubular existente	04/08/21	Consumo humano + jardinagem + piscina e limpeza das instalações
1901580/2021	19.2072222°S 48.4033333°O	Captação de água subterrânea em	09/03/2021	Consumo humano + pulverização agrícola +

		Poço tubular existente		lavador de maq. Agrícola + iriigação
1907975/2019	19.210278°S 48.384167°O	Captação de água em surgência (nascente)	20/09/2019	Dessedentação de animais + Consumo humano + paisagismo
408/2003	19.254722°S 48.426389°O	Captação de água subterrâneaem Poço tubular existente	06/05/2003	Abastecimento público + Consumo humano + limpeza de instalações + paisagismo
1909685/2019	19.18°S 48.4275°O	Captação de água subterrâneaem Poço tubular existente	28/11/2019	Consumo humano + dessedentação de animais + paisagismo + limpeza de instalações

O item destacado em amarelo representa a captação de água através de poço tubular destinada, principalmente, ao abastecimento público do distrito de Miraporanga.

A Figura 9.3-1 mostra a localização das captações de água subterrâneas por meio de Portarias de Outorga e Cadastros de Usos Insignificantes na AID e ADA do empreendimento.

Figura 9.3-1 - Localização das modalidades de usos de recursos hídricos subterrâneos na AID do empreendimento (Fonte: IDE SISEMA)..

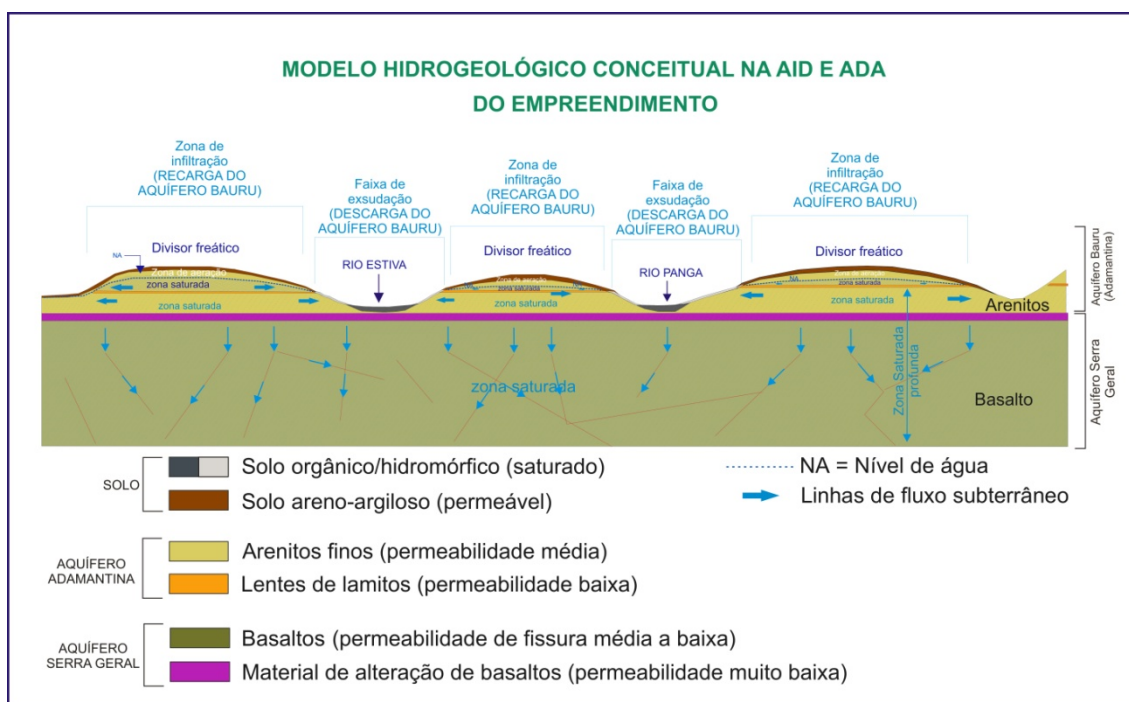


9.4 - Conclusão

Ao todo foram levantadas na AID e ADA do empreendimento⁷ (sete) captações de água subterrânea por meio de Portarias de Outorga sendo estas realizadas através de poços tubulares (06) e em surgência (01).

A Figura 6.3-4 apresenta o modelo conceitual do aquífero Adamantina representativo para a AID e ADA do empreendimento.

Figura 6.3-4 – Modelo conceitual de aquífero Adamantina mostrando as zonas saturadas e insaturadas e os fatores que condicionam os movimentos da água subterrânea na AID e ADA do empreendimento Complexo Dois Irmãos, Duas Estrelas e Formoza.



Dos sete poços tubulares existentes na AID do empreendimento, cinco deles estão localizados na ADA, e apenas duas na AID. Verifica-se uma diversificação quanto às finalidades de uso, porém, consumo humano é registrado em todas as captações, seguido de dessedentação de animais. Um único poço é destinado à captação para abastecimento público do distrito de Miraporanga.

Informações obtidas nos levantamentos de campo na abrangência da AID e ADA do empreendimento corroboram os estudos realizados por Nishiyama (1988) quanto à profundidade da zona saturada freática.

Em boa parte da ADA do empreendimento a água freática encontra-se em profundidades inferiores a 2 metros, sobretudo nas porções das planícies aluviais dos rios Estiva e Panga. Nos tributários desses dois rios, os córregos Santa Maria do

Glicério, Bebedouro e outros sem denominação também ocorre a exposição do lençol freático.

Em faixas localizadas situadas nas encostas dos vales fluviais também ocorre a exsudação da água do lençol freático. Em todos os casos, a ocorrência da água freática em pequena profundidade se deve à presença de um substrato pouco permeável, que dificulta a migração da água de percolação para níveis mais profundos. Estes níveis de menor permeabilidade são representados pelos arenitos finos argilosos da Formação Adamantina a exemplo das porções úmidas dos córregos afluentes daqueles rios e das encostas dos vales.

Dada a larga ocorrência da classe de profundidade da zona saturada freática menor que 2 metros, vale destacar a sua condição de maior vulnerabilidade à contaminação da água subterrânea.

Desse modo, poços manuais rasos (cisternas) localizados nos pontos mais baixos do relevo local, geralmente próximos de cursos d'água, apresentam maior vulnerabilidade à contaminação da água, seja por infiltração de contaminantes químicos, orgânicos e microbiológicos através da superfície do terreno seja por entrada direta de águas pluviais contaminadas.

9.5 – Referências bibliográficas consultadas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Sistema de Informações**

Hidrológicas. Disponível em:

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

Acesso em: 01 maio 2023.

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.

BATEZELLIA.; 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/WebGis-1707_mg_domínios hidrogeologicos_pol](http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/WebGis-1707_mg_domínios_hidrogeologicos_pol) (Acessado em 28/05/2019).

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 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.

TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI Recursos Hidricos 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.