



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE GEOGRAFIA**  
**CAMPUS MONTE CARMELO**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**JOÃO PAULO BARBOSA SANTOS**

**ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DO AQUÍFERO BAURU NA ÁREA  
URBANA DE ARAGUARI, MINAS GERAIS**

**Monte Carmelo – MG**

**2023**

**JOÃO PAULO BARBOSA SANTOS**

**ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DO AQUÍFERO BAURU NA ÁREA  
URBANA DE ARAGUARI, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, exigência parcial para obtenção do Título de bacharel em Geologia da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Orientador: Prof. Dra. Liliane Ibrahim

Monte Carmelo – MG

2023

**JOÃO PAULO BARBOSA SANTOS**

**ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DO AQUÍFERO BAURU NA ÁREA  
URBANA DE ARAGUARI, MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, exigência parcial para obtenção do Título de Bacharel em Geologia da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

Monte Carmelo, 31 de julho de 2023.

Banca Examinadora:

---

Profa. Dra. Liliane Ibrahim (Orientadora), IG/UFU

---

Prof. Dr. Emerson Rodrigo Almeida, IG/UFU

---

Prof. Dr. Felix Nannini, IG/UFU

## **AGRADECIMENTOS**

A todos que fazem parte desta jornada,

Com alegria e gratidão, venho expressar meus sinceros agradecimentos por todo o apoio, amor e dedicação que recebi ao longo da trajetória que culmina neste meu TCC. É com humildade e reconhecimento que inicio meus agradecimentos.

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de luz e sabedoria, pelas conquistas alcançadas e pelos preciosos aprendizados que adquiri ao longo da vida. Sua presença e orientação foram fundamentais em cada passo dado neste caminho acadêmico.

Aos meus amados pais (Luciano e Carmen), a quem devo toda a minha existência, sou profundamente grato. Com sua inabalável força de vontade e incansáveis batalhas, vocês me proporcionaram o suporte emocional e material indispensável para esta conquista. Sou o que sou graças a vocês, os amores da minha vida.

À minha querida avó (Marizete), que partiu deixando um vazio em meu coração, mas cuja presença estará sempre presente em minhas vitórias. Seu legado de amor, sabedoria e resiliência jamais será esquecido.

Aos meus irmãos (Ana Flávia, Lucas e Maria Fernanda), verdadeiros pilares da minha vida, meu amor por vocês é incondicional. E aos meus preciosos sobrinhos, Alice e Theo, que trouxeram ainda mais luz e inspiração para os meus dias, farei tudo que estiver ao meu alcance para vê-los crescerem felizes e saudáveis.

Minha orientadora, Liliane, merece uma gratidão especial. Sua presença constante, orientação precisa e, às vezes, puxões de orelha, foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Sua paciência e dedicação foram inestimáveis, e aprendi muito com cada palavra sua.

Aos meus queridos colegas de faculdade, que se tornaram verdadeiros irmãos nesta caminhada, agradeço por estarem sempre ao meu lado. Igola, Genin, Vitão e Pomba, vocês são preciosos e levarei cada momento compartilhado conosco para o resto da vida. Ao grupo (B.D.P.), representado pelos amigos/irmãos Marcelo, Jão, Fillipe, Tata, Pino, Paiero e Pedrão, sou grato por todas as experiências e desafios enfrentados juntos.

E, por fim, minha gratidão se estende à Universidade Federal de Uberlândia. Durante esta graduação, vivi as melhores experiências da minha vida e superei os momentos mais difíceis que nunca imaginei passar. Cada desafio foi uma oportunidade de aprendizado, e cada conquista foi celebrada com alegria e orgulho. Obrigado, UFU, por contribuir significativamente para o meu crescimento pessoal e acadêmico.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta conquista, meu mais profundo obrigado. Essa vitória também é de vocês. Sei que, com todo o apoio recebido, serei capaz de enfrentar novos desafios no futuro. Sempre serei grato por tudo!

Com gratidão,

João Paulo Barbosa Santos.

## RESUMO

O crescimento populacional e desenvolvimento econômico da região onde se localiza o município de Araguari geram grandes desafios relacionados à demanda por água doce. A totalidade do abastecimento de água é realizada pela exploração de água subterrânea. Neste trabalho, foram analisados dados de 132 poços monitorados pela Superintendência de Água e Esgoto de Araguari com a finalidade de caracterizar o Aquífero Bauru em relação à produtividade dos poços e profundidade dos níveis d'água. Foram gerados o mapa de capacidade específica do aquífero, através de krigagem com imagens de satélite Alos Palsar e o mapa potenciométrico, através das medidas dos níveis estáticos dos poços tubulares. Os resultados revelaram profundidade média do nível estático de 24,30 metros e nível dinâmico médio de 43,93 metros, com rebaixamento médio de 19,62 metros. As vazões predominantes variaram entre 10m<sup>3</sup>/h e 20m<sup>3</sup>/h, havendo poços com vazões mais elevadas, especialmente na região noroeste. A análise espacial permitiu identificar áreas favoráveis para extração de água e áreas que necessitam de medidas de gestão para evitar sobrecarga e contaminação. As áreas de recarga do aquífero, ao norte e noroeste da cidade, destacaram-se como as mais propícias para exploração sustentável dos recursos hídricos. O estudo ressalta a importância da gestão eficiente e planejamento dos recursos hídricos subterrâneos em Araguari. Recomenda-se delimitação precisa dos perímetros de proteção de poços, controle das vazões e adoção de práticas de conservação para preservar a qualidade e disponibilidade da água na região. Essas ações são fundamentais para garantir sustentabilidade dos recursos hídricos e proteger esse bem precioso para as gerações futuras. O estudo contribui para a gestão integrada dos recursos hídricos, fornecendo informações essenciais para planejamento e preservação do aquífero, assegurando o suprimento adequado de água para a população local.

Palavras-chave: Poços tubulares, Aquífero Bauru, Gestão de recursos hídricos.

## ABSTRACT

Population growth and economic development in the region where the municipality of Araguari is located generate major challenges related to the demand for fresh water. The entire supply of water is carried out by the exploitation of underground water. In this work, data from 132 wells monitored by the Superintendence of Water and Sewage of Araguari were analyzed in order to characterize the Bauru Aquifer in relation to the productivity of the wells and the depth of the water levels. The specific capacity map of the aquifer was generated, through kriging with Alos Palsar satellite images, and the potentiometric map, through measurements of the static levels of the tubular wells. The results revealed an average depth of the static level of 24.30 meters and an average dynamic level of 43.93 meters, with an average lowering of 19.62 meters. The predominant flows varied between 10m<sup>3</sup>/h and 20m<sup>3</sup>/h, with wells presenting higher flows, mainly in the northwest region. The spatial analysis allowed identifying areas favorable to water extraction and areas that need management measures to avoid overload and contamination. The aquifer recharge areas, to the north and northwest of the city, stood out as the most suitable for the sustainable use of water resources. The study reinforces the importance of efficient management and planning of groundwater resources in Araguari. The precise delimitation of well protection perimeters, flow control and the adoption of conservationist practices are recommended to preserve the quality and availability of water in the region. These actions are essential to ensure the sustainability of water resources and protect this precious asset for future generations. The study contributes to the integrated management of water resources, providing essential information for the planning and preservation of the aquifer, ensuring adequate water supply for the local population.

Key-words: Water wells, Bauru Aquifer, Water resources management

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Áreas de conflito declaradas em Minas Gerais em cor rosa. Observar as áreas no Triângulo Mineiro na parte esquerda do mapa .....	11
Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no estado de Minas Gerais: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1); Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2); Bacia dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3).....	12
Figura 3 - Localização do município de Araguari/MG no estado de Minas Gerais. ....	14
Figura 4 - Mapa da superfície potenciométrica do Sistema Aquífero Bauru no perímetro urbano de Araguari. Obs: Cotas altimétricas da superfície potenciométrica. ....	17
Figura 5 - Mapas potenciométricos feitos por GPS e dados SRTM. ....	18
Figura 6 - Tipos de aquífero em relação à pressão de suas águas.....	20
Figura 7 - Tipos de aquíferos em relação a porosidade .....	22
Figura 8 - Mapa de capacidade específica ( $m^3/h/m$ ) do Sistema Aquífero Tubarão .....	24
Figura 9 - Frequência relativa da capacidade específica do Aquífero Bauru ..	26
Figura 10 - Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná.....	31
Figura 11 - Representação das sequências deposicionais, dos tratos de sistemas e das discordâncias relacionados com a Bacia Bauru.....	33
Figura 12 - Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1). ....	35
Figura 13 - Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2). ....	35
Figura 14 - Mapa Geológico da região de estudo.....	37
Figura 15 - Carta cronoestratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru .....	40
Figura 16 - Figura esquemática relacionando os aquíferos (esquerda) ao perfil litológico (direita), sendo F1 e F2 os aquíferos fraturados. ....	41
Figura 17 - Mapa de localização dos poços no município de Araguari .....	44
Figura 18 - Frequência das vazões dos poços do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados). ....	45

Figura 19 - Frequência da capacidade específica do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados).....	46
Figura 20 - Frequência da profundidade dos poços do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados).....	47
Figura 21 - Mapa de capacidade específica ( $m^3/h/m$ ) do Sistema Aquífero Bauru da área urbana de Araguari.....	49
Figura 22 - Mapa Topográfico da região de estudo.....	50
Figura 23 - Localização das nascentes.....	52
Figura 24 - Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Bauru na área urbana de Araguari.....	53

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística dos poços no perímetro urbano do Aquífero Bauru em Araguari.....	45
Tabela 2 - Tabela de nascentes no perímetro urbano do município de Araguari. .....	51

## ANEXOS

Anexo 1 - Tabela de poços pertencentes ao sistema de abastecimento público de Araguari e respectivos dados	
--	--

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>9</b>
1.1	OBJETIVO PRINCIPAL E SECUNDÁRIO .....	13
1.2	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO .....	13
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>14</b>
2.1	PESQUISA BIBLIOGRÁFICA .....	14
2.2	AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS .....	14
2.3	MAPA POTENCIOMÉTRICO .....	16
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>18</b>
3.1	AQUÍFEROS: CONCEITOS E PRINCIPAIS PROPRIEDADES .....	18
3.2	CAPACIDADE ESPECÍFICA DE POÇOS.....	22
3.3	POTENCIOMETRIA.....	26
3.4	GESTÃO DE AQUÍFEROS.....	27
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, HIDROGEOLÓGICA REGIONAL E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>28</b>
4.1	GEOLOGIA REGIONAL.....	28
4.2	HIDROGEOLOGIA REGIONAL .....	33
4.3	GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO TRIÂNGULO MINEIRO ..	34
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDOS.....</b>	<b>36</b>
5.1	GEOLOGIA LOCAL .....	36
5.2	HIDROGEOLOGIA LOCAL.....	40
<b>6</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei nº 9433 conhecida como “Lei das Águas”, preconiza, entre outros fundamentos, que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, tem valor econômico e sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, usuários e comunidades, sendo a bacia hidrográfica a unidade de gerenciamento para a implementação desta política (BRASIL, 1997).

Além do abastecimento humano e animal, a água é utilizada para irrigação, indústria, geração de energia, mineração, aquicultura, navegação, recreação e lazer. De acordo com a UNESCO (2021), 69% dos recursos globais de água doce são utilizados pela agricultura.

O consumo de água doce aumentou 6 vezes no último século e avança a uma taxa de 1% ao ano, devido ao crescimento da população, desenvolvimento econômico e padrões de consumo. A diminuição da qualidade também diminui exponencialmente e o estresse hídrico, caracterizado pela demanda ser muito maior do que a disponibilidade de água, afeta mais de 2 bilhões de pessoas no planeta (UNESCO, 2021).

Frente à situação atual dos recursos hídricos, pesquisas que envolvem a gestão dos recursos hídricos vêm sendo constantemente ampliadas por meio de estudos setoriais, levantamentos diretos e cadastros de usuários. No Brasil, estas análises são realizadas pela Agência Nacional das Águas - ANA - e envolvem diferentes atores que atuam nos níveis municipais, estaduais e federais.

Segundo a ANA (2019), a distribuição da água, tanto superficial quanto subterrânea pelo território nacional não é uniforme, ocorrendo em abundância em algumas regiões e com escassez em outras. A disponibilidade hídrica superficial no Brasil é por volta de 78.600 m<sup>3</sup>/s e a disponibilidade de água subterrânea em torno de 14.650 m<sup>3</sup>/s.

A disponibilidade hídrica superficial é uma vazão mínima de referência para fins de gestão e representa a oferta de água a ser considerada no Balanço Hídrico. Esse Balanço Hídrico, por sua vez, consiste exclusivamente na relação entre a oferta de água superficial e a demanda por essa água em diversas atividades humanas, sendo o principal dispositivo de orientação das atividades de gestão dos recursos hídricos

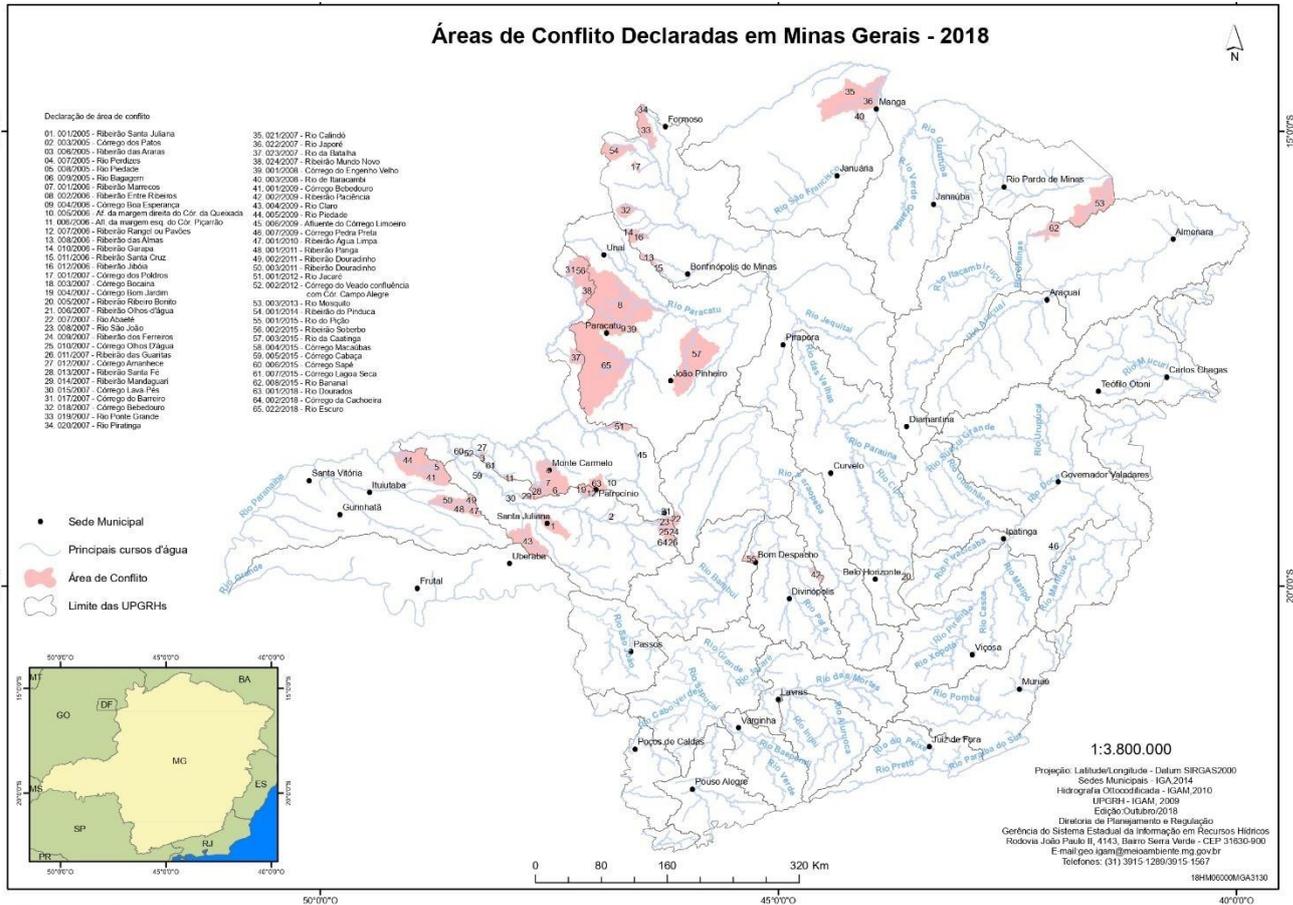
nas bacias hidrográficas. Os aquíferos contribuem com a maior parte da disponibilidade hídrica superficial, pois representam o fluxo de base da maior parte dos rios em território nacional (ANA, 2020).

Seis estados do Brasil concentram 91,8% da área de agricultura irrigada por pivôs centrais, sendo Minas Gerais responsável por 30,6%, com a maior concentração de pivôs do Brasil e área irrigada de 452.190 hectares, indicando crescimento de 70 % no período entre 2010 e 2017. A maior parte dos polos de pivô de Minas Gerais estão localizadas nas bacias do Rio Paranaíba, sendo a sub bacia do Araguari, na região do Triângulo Mineiro um dos principais polos (FONTENELLE ET AL., 2019).

Também no Triângulo Mineiro está concentrado o maior número de áreas declaradas de conflito (Figura 1) pelo uso da água, onde das 65 declarações de áreas de conflito (DAC) do estado de Minas Gerais, 41 estão nessa região (IGAM, 2020).

“Os problemas de conflito pelo uso da água têm se agravado nos últimos anos, seja por seu uso mais intensivo ou por alterações no ciclo hidrológico” (IGAM,2020).”

Figura 1 - Áreas de conflito declaradas em Minas Gerais em cor rosa. Observar as áreas no Triângulo Mineiro na parte esquerda do mapa.



Fonte: IGAM, 2020b.

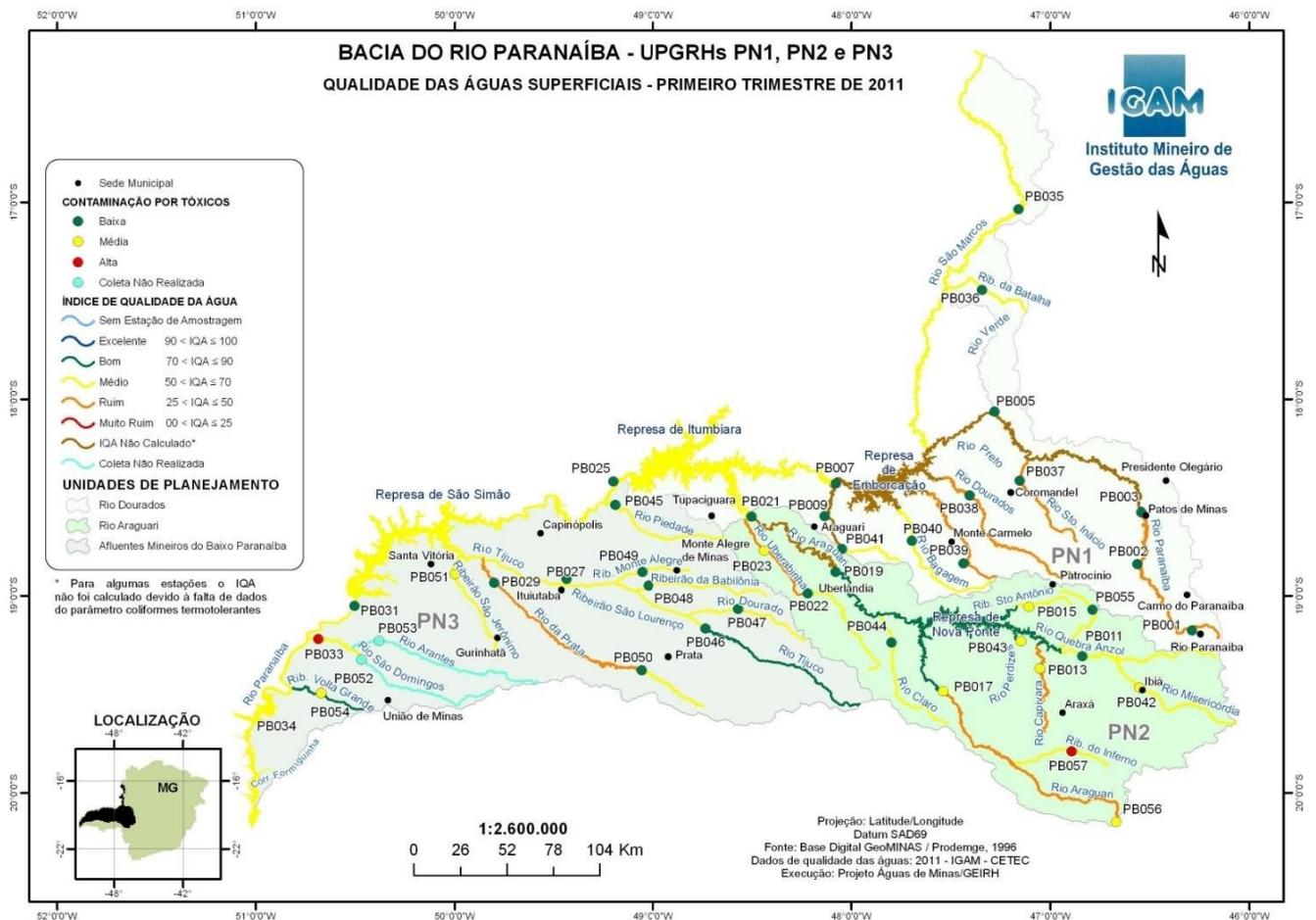
Áreas de conflito pelo uso da água ocorrem em uma “situação de indisponibilidade hídrica aferida pelo balanço hídrico de vazões outorgadas, em que a demanda pelo uso dos recursos hídricos de uma porção hidrográfica seja superior à vazão outorgável” (IGAM, 2020).

O art.7º do Decreto nº 47.705, de 2019 (BRASIL, 2019) que dispõe sobre a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais, declara que, caso seja confirmada a situação de conflito pelo uso dos recursos hídricos, é emitido através do Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM), uma Declaração de Área de Conflito (DAC). Esta DAC é publicada no sítio eletrônico do IGAM e no Diário Oficial Eletrônico de Minas Gerais, sendo necessário a comunicação de emissão ao Comitê da Bacia hidrográfica dos Afluentes Mineiros (CBH) com atuação na área declarada de conflito (IGAM, 2020).

Portanto, a área de estudo foi selecionada pela alta demanda dos recursos hídricos e por se localizar numa região de conflito pelo uso da água, exigindo que sejam realizados estudos que auxiliem na de gestão integrada dos recursos hídricos.

A área estudada corresponde ao município de Araguari, localizada no oeste do Estado de Minas Gerais, na região conhecida como Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba. O município faz parte da Bacia do Rio Paranaíba, onde estão inseridas três subunidades: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1), Bacia do Rio Araguari (PN2) e Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3) e engloba as unidades PN1 e PN2 (Figura 2).

Figura 2 - Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba no estado de Minas Gerais: Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1); Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2); Bacia dos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba (PN3).



Fonte: IGAM, 2020.

O abastecimento público de água de Araguari é 100% de origem subterrânea, extraída de poços tubulares perfurados majoritariamente no Aquífero Bauru. No município, estima-se pelo menos 1.000 poços existentes, porém a grande maioria ainda não é legalizada de acordo com a Lei nº 13.199, de 29 de janeiro de 1999, que dispõe sobre a outorga do uso da água (VELÁSQUEZ et al., 2008).

### 1.1 OBJETIVO PRINCIPAL E SECUNDÁRIO

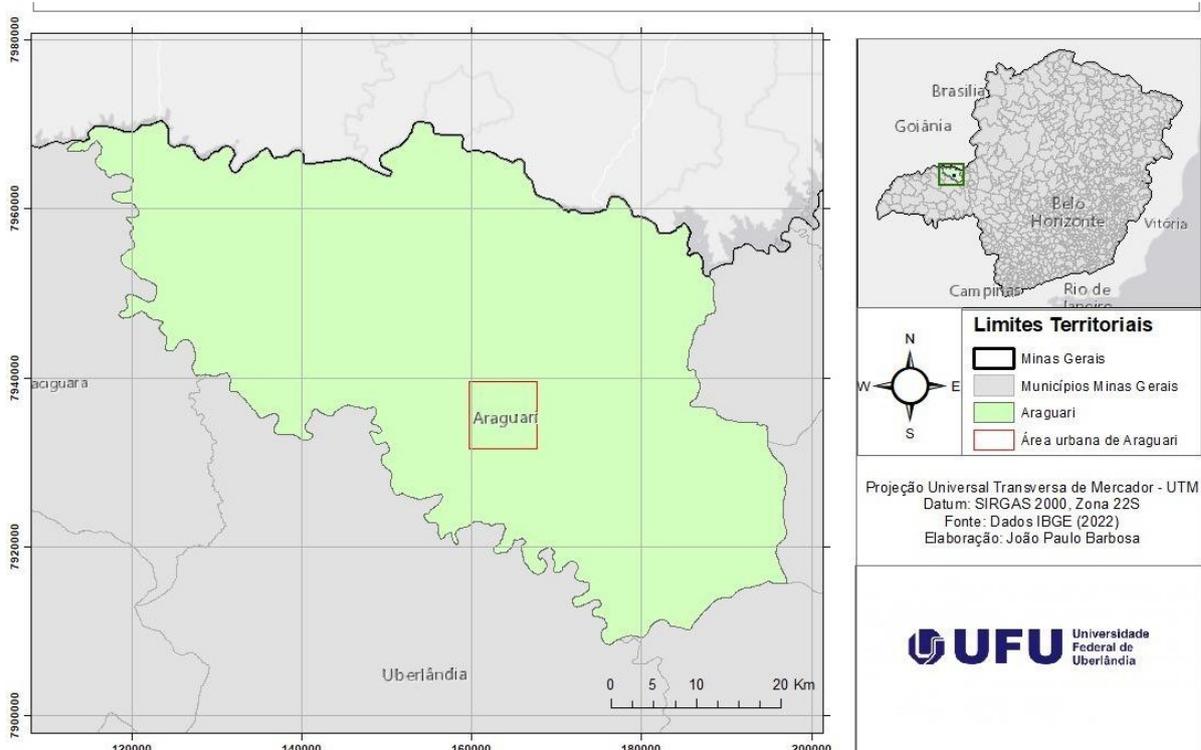
O presente trabalho tem como objetivo principal caracterizar o Aquífero Bauru no município de Araguari em relação a produtividade dos poços e profundidade dos níveis d'água, visando determinar as áreas com as maiores vazões de água e as direções preferenciais de fluxo do aquífero.

Como objetivo secundário, o estudo visa contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos subterrâneos da região de Araguari.

### 1.2 LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO

O município de Araguari/MG tem 2.729 km<sup>2</sup>, sendo 97 km<sup>2</sup> de área urbana e 2.632 km<sup>2</sup> de área rural. O acesso de Monte Carmelo até Araguari se dá através da rodovia MG-223, com 99,6 km de distância, distando cerca de 575 km de Belo Horizonte e 391 km de Brasília (Figura 3).

Figura 3 - Localização do município de Araguari/MG no estado de Minas Gerais.



Fonte: Autor (2023).

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica, foi baseada em artigos científicos, teses de doutorado, dissertações de mestrado referentes ao contexto geológico e hidrogeológico regional e local, além de livros e artigos que auxiliaram a elaboração da metodologia que foi aplicada.

### 2.2 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Foram utilizados dados de 132 poços de bombeamento (Anexo 1) instalados no município de Araguari e monitorados pela Superintendência de Água e Esgoto de Araguari – SAE. A base de dados fornecida pela SAE não contemplava as cotas dos poços, por isso, foi necessário o processamento do Modelo Digital de Elevação – DEM através do satélite Alos Palsar, sendo um dos sistemas gratuitos com melhor

resolução espacial disponível (15 metros). As informações dos poços juntamente com os dados tratados pelo autor estão no Anexo 1.

Para realização do mapa potenciométrico e mapa de capacidade específica, foram utilizados dados de coordenadas, local de instalação, nome do poço, cota, vazão (Q), Nível Estático (NE), Nível Dinâmico (ND), Rebaixamento (S), Profundidade e Capacidade Específica.

Inicialmente, os dados adquiridos foram organizados em tabelas no software excel para cada poço analisado. Tanto o mapa potenciométrico como o mapa de capacidade específica foram elaborados através do software Surfer versão 15 e Arcgis versão 10.6.1, onde foi aplicada a metodologia de krigagem para interpolação de dados.

Ao empregar a Primeira Lei da Geografia de Tobler, a krigagem utiliza dados tabulares e posicionamento geográfico para realizar interpolações. As funções matemáticas utilizadas por essa abordagem atribuem pesos maiores às unidades próximas, enquanto conferem pesos mais leves às unidades distantes. Portanto, a krigagem combina esses dados para gerar novos pontos interpolados por meio de combinações lineares. Em 2002, Jakob destacou que a criação de uma superfície contínua de dados a partir de gráficos, como o (semi)variograma, fornece informações sobre a separação espacial das variáveis e sua extensão em métricas conhecidas, como quilômetros ou milhas (JAKOB, 2002 apud SILVA, 2019).

A Krigagem com ArcGIS é relativamente simples, exigindo comandos mínimos para o software. Por outro lado, requer uma gama mais ampla de conhecimento técnico para interpretar os dados resultantes, além dos requisitos mínimos de dados. No entanto, quanto mais pontos houver na malha, melhor será o resultado. Jakob (2016) diz que a krigagem requer mapas na forma de pontos, não polígonos, preferencialmente na projeção UTM (Universal Transverse Mercator), para analisar o intervalo de unidades métricas conhecidas. Portanto, um mapa de pontos, dados tabulares e projeção UTM da área de estudo são necessários para obter melhores resultados usando a krigagem. Esta ferramenta é amplamente utilizada na área da agricultura e tem fundamentalmente a localização como uma das suas variáveis mais importantes, com implicações na ecologia, no ambiente e neste caso na geologia.

### 2.3 MAPA POTENCIOMÉTRICO

O mapa potenciométrico é uma representação da superfície da água subterrânea em um aquífero. Ele mostra a variação do nível de água subterrânea em diferentes pontos do aquífero e é uma ferramenta importante para entender o fluxo de água subterrânea em um determinado local (FREEZE; CHERRY, 1979).

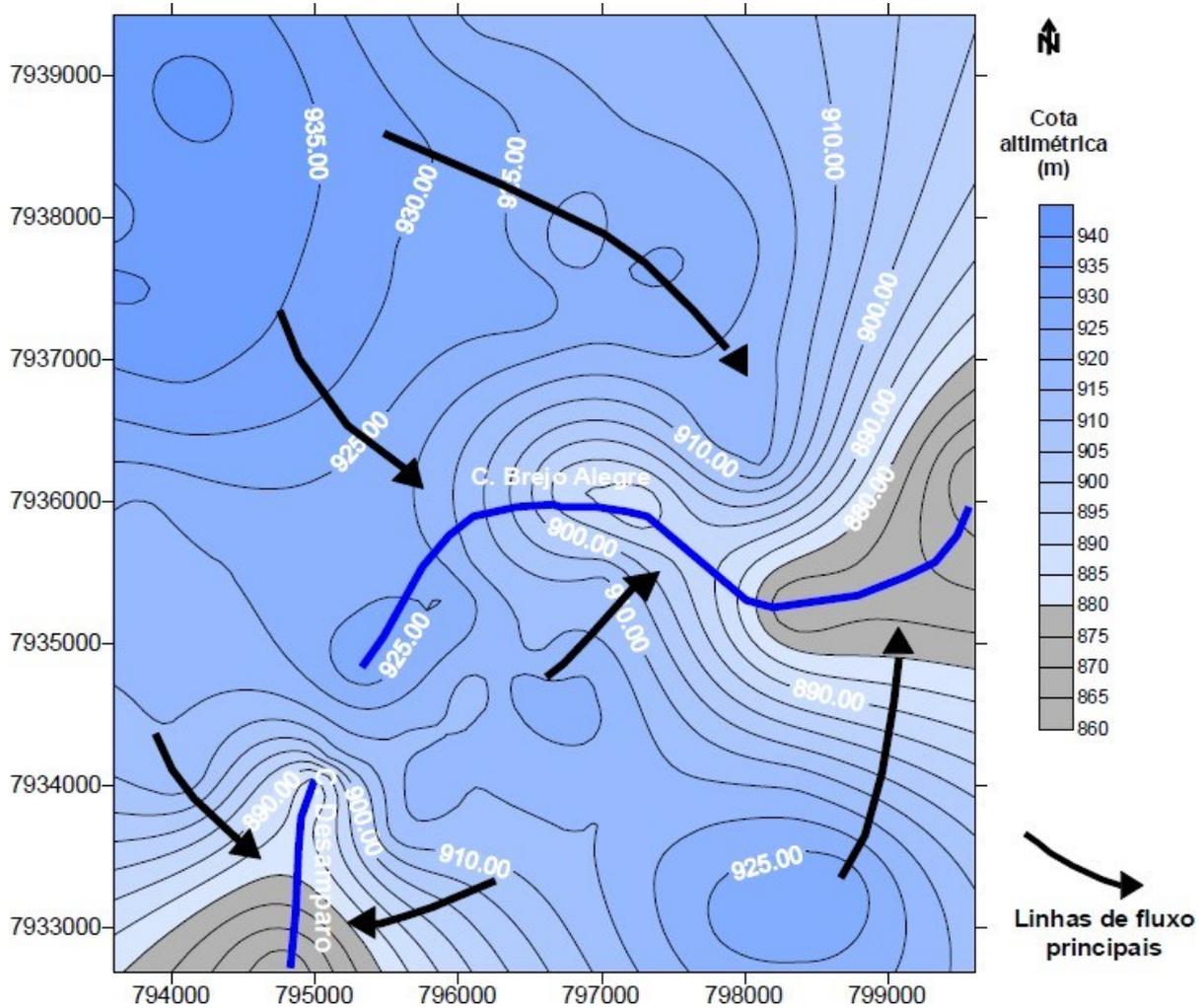
Para obter o mapa potenciométrico são necessárias medições do nível da água subterrânea em vários poços de monitoramento em um determinado momento. Esses dados são então usados para criar um modelo matemático que pode ser usado para prever a superfície da água subterrânea em outros locais do aquífero (FREEZE; CHERRY, 1979).

Os poços de monitoramento são equipados com dispositivos de medição que permitem a leitura do nível de água subterrânea em relação a um ponto de referência conhecido. Essas leituras são realizadas em intervalos regulares, que podem variar de horas a meses, dependendo do objetivo da análise (FEITOSA et al., 2008).

Com base nas leituras obtidas nos poços de monitoramento, é possível construir uma malha de pontos de nível d'água que representa a superfície da água subterrânea no aquífero. Essa malha de pontos é então interpolada por meio de técnicas matemáticas, como a krigagem, para gerar o mapa potenciométrico (FREEZE; CHERRY, 1979).

Existem diversos artigos brasileiros que utilizam o mapa potenciométrico para caracterização de aquíferos e gestão de recursos hídricos. Um exemplo é o estudo realizado por Oliveira (2002), que elaborou mapa potenciométrico para identificar o sentido do fluxo da água subterrânea e o principal exutório do aquífero na cidade de Araguari, Minas Gerais, onde utilizou dados de monitoramento de poços isolados, com mínimo de 24 horas sem bombeamento, para a elaboração do mapa (Figura 4). O valor médio do lençol freático registrado ao longo de quatro anos forneceu os dados pontuais. O autor concluiu que as linhas de fluxo plotadas no mapa indicam que o Córrego Brejo Alegre é o principal exutório do aquífero na área de estudo.

Figura 4 - Mapa da superfície potenciométrica do Sistema Aqüífero Bauru no perímetro urbano de Araguari. Obs: Cotas altimétricas da superfície potenciométrica.

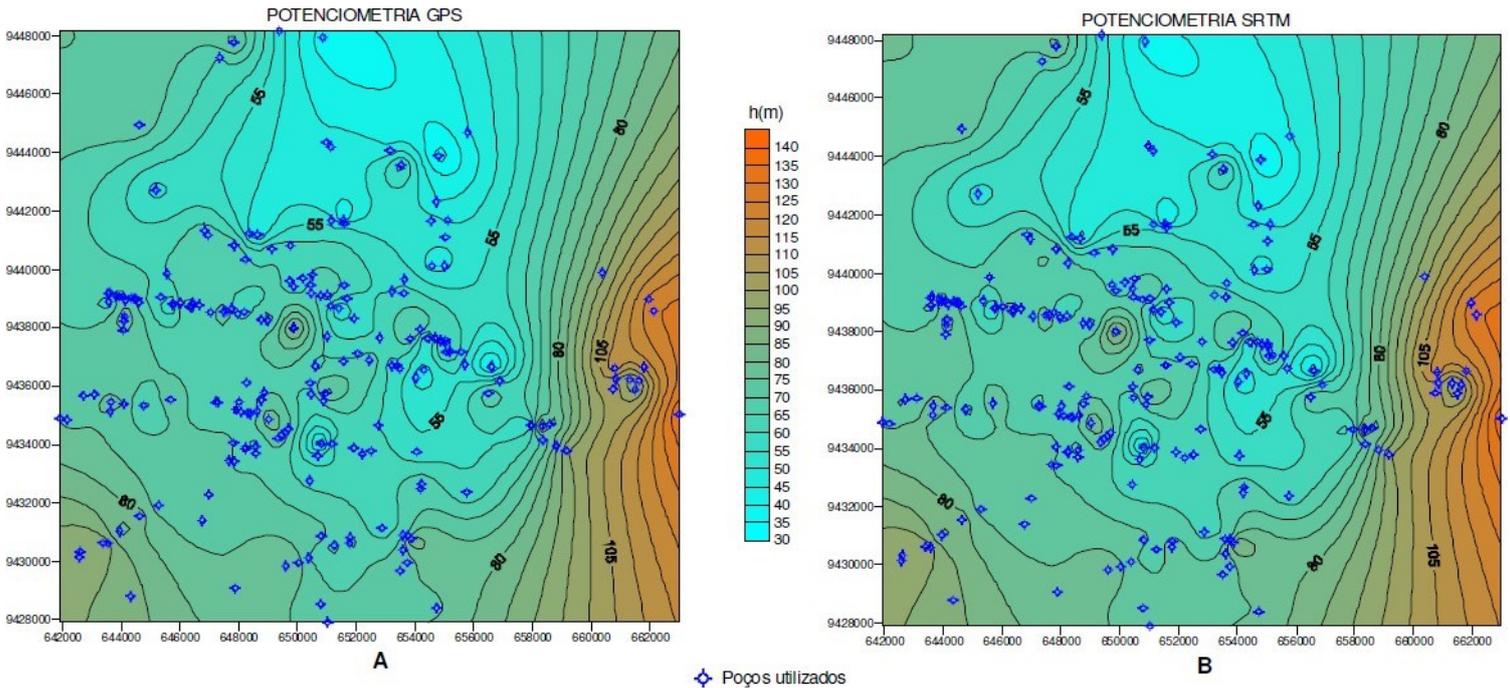


Fonte: Oliveira (2002).

A confecção de mapas potenciométricos com base em dados obtidos por imagens SRTM pode ser uma opção mais acessível e rápida em comparação com outras técnicas de medição. O artigo de Demetrio et al. (2006) é um exemplo sobre o uso de dados SRTM para elaboração de mapas potenciométricos, onde fez a comparação de mapas elaborados por dados de GPS e por dados SRTM (Figura 5). O mapa A foi elaborado a partir das cargas hidráulicas obtidas com as cotas de GPS e o mapa B foi obtida com as cotas das imagens SRTM. Os valores das curvas, zonas de convergência e divergência de fluxo e gradientes hidráulicos em ambos os mapas são praticamente idênticos. Esses mapas oferecem uma comparação visual

indistinguível. Concluíram que a utilização de qualquer um dos mapas, em qualquer estudo hidrogeológico, chegaria aos mesmos resultados.

Figura 5 - Mapas potenciométricos feitos por GPS e dados SRTM.



Fonte: Demetrio et al (2006).

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 AQUÍFEROS: CONCEITOS E PRINCIPAIS PROPRIEDADES

Os aquíferos desempenham um papel fundamental na hidrologia subterrânea, uma vez que são responsáveis pelo armazenamento e fluxo de água subterrânea. Neste capítulo foram abordadas as principais características dos aquíferos, incluindo os conceitos de aquífero, aquitardes, aquicludes, aquífero poroso, aquífero fraturado, aquífero cárstico e suas porosidades.

O conceito de aquífero refere-se a uma formação geológica capaz de armazenar e transmitir água subterrânea em quantidades significativas. Um aquífero é composto por uma unidade geológica que apresenta propriedades hidráulicas

favoráveis, como alta porosidade e permeabilidade, permitindo o fluxo de água. A porosidade é a capacidade do material em armazenar água nos espaços porosos presentes entre as partículas sólidas, enquanto a permeabilidade é a habilidade do meio geológico em permitir o movimento da água através dos poros (FEITOSA et al., 2008).

Existem diferentes tipos de aquíferos, cada um com características distintas que influenciam seu comportamento hidrogeológico (Figura 6). Os principais tipos de aquíferos em relação à pressão de suas águas são:

a) Aquífero livre: também conhecido como aquífero não confinado, é aquele em que a água está livre para se mover na zona saturada, sob a influência da gravidade. Geralmente, está presente em camadas de sedimentos porosos e permeáveis. Nesse tipo de aquífero, o nível d'água corresponde à superfície potenciométrica, que representa a altura que a água atingiria se fosse livremente bombeada (FREEZE; CHERRY, 1979).

b) Aquífero confinado: é um aquífero situado entre dois aquitardes ou aquicludes, que são camadas geológicas de baixa permeabilidade que restringem o movimento vertical da água. O aquífero confinado é geralmente encontrado em camadas de rochas consolidadas, onde os poros são preenchidos por água sob pressão (FREEZE; CHERRY, 1979).

c) Aquífero semiconfinado: também conhecido como aquífero parcialmente confinado, é aquele em que a camada superior é permeável, permitindo a recarga e descarga de água, enquanto a camada inferior é mais impermeável (FREEZE; CHERRY, 1979).

Figura 6 - Tipos de aquífero em relação à pressão de suas águas.



Fonte: BORGHETTI et al. (2004).

Aquitardes e aquicludes são formações geológicas que limitam ou restringem o movimento da água subterrânea. Enquanto os aquitardes possuem alguma capacidade de transmitir água, os aquicludes são formações impermeáveis que impedem completamente o fluxo de água. Ambos desempenham um papel importante na compartimentação do fluxo de água subterrânea e na formação de aquíferos confinados (FREEZE; CHERRY, 1979).

Em relação à porosidade, os aquíferos podem ser classificados em granulares, fraturados ou cársticos (Figura 7). O aquífero granular, também conhecido como “poroso”, é formado por rochas sedimentares consolidadas, sedimentos inconsolidados ou solos arenosos, nos quais a circulação da água ocorre através dos poros existentes entre os grãos de areia, silte e argila de granulação variada. Esses aquíferos são considerados de extrema importância devido ao elevado volume de água que podem armazenar, além de sua ocorrência em amplas áreas geográficas.

Eles são comumente encontrados em bacias sedimentares e em várzeas onde houve acúmulo de sedimentos arenosos (ABAS, 2005).

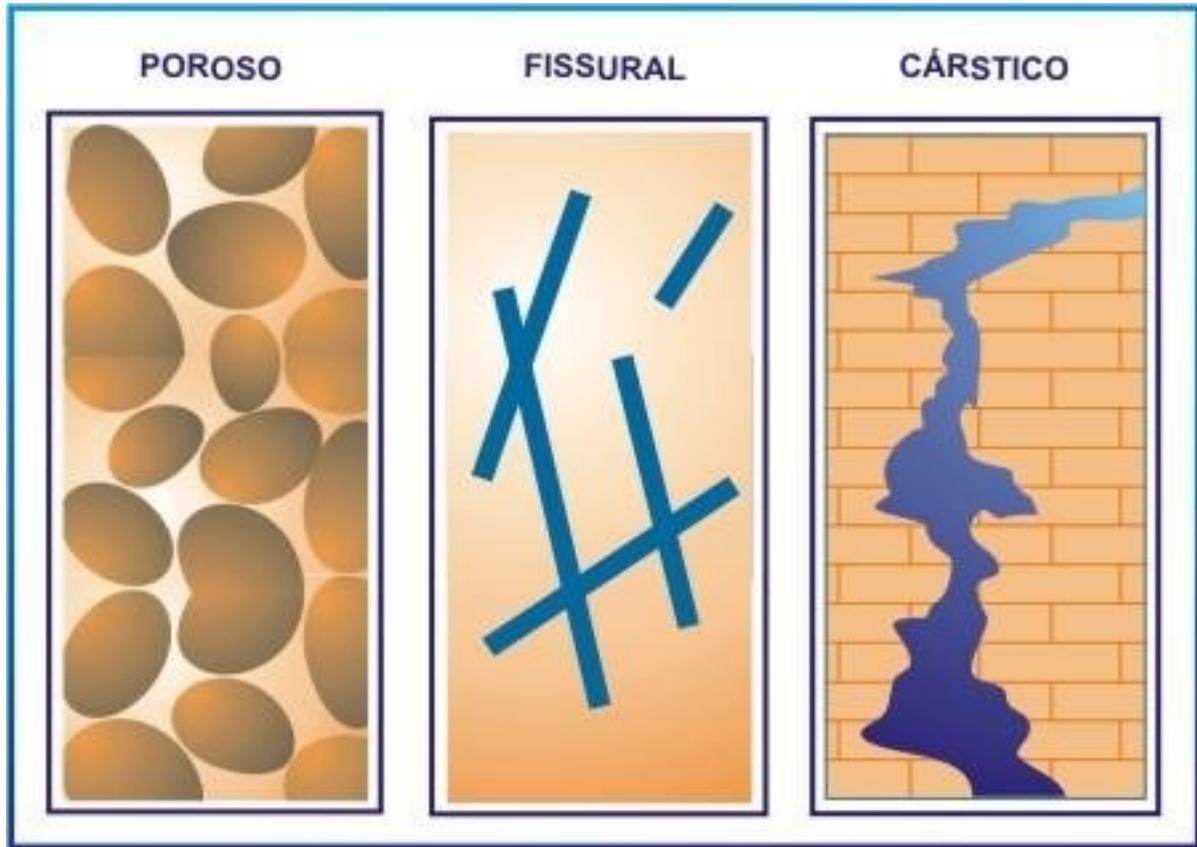
Uma característica distintiva desse tipo de aquífero é a sua porosidade, geralmente distribuída de forma homogênea, permitindo que a água flua em qualquer direção, impulsionada apenas pelos diferenciais de pressão hidrostática presentes. Essa propriedade é conhecida como isotropia (ABAS, 2005).

A formação de um aquífero fraturado ocorre em rochas ígneas e metamórficas, caracterizadas por sua solidez e massa compacta. Nesse tipo de aquífero, a água circula predominantemente por meio de fraturas, fendas e falhas que se desenvolvem devido a movimentos tectônicos. Exemplos de rochas que compõem esse aquífero incluem basalto, granito, gabro e veios de quartzo (ABAS, 2005).

A capacidade dessas rochas de armazenar água está diretamente relacionada à presença, quantidade e interconexão das fraturas, as quais permitem a infiltração e o fluxo da água subterrânea. Ao perfurar poços nessas rochas, a vazão obtida costuma ser relativamente baixa, sendo necessário que o poço intercepte fraturas capazes de conduzir água para se obter uma produção satisfatória. É importante ressaltar que a presença de água nesses aquíferos está restrita às áreas onde há fraturas, as quais frequentemente apresentam orientações preferenciais. Portanto, esses aquíferos são considerados anisotrópicos, ou seja, apresentam características de fluxo heterogêneo (ABAS, 2005).

O aquífero cárstico é formado em rochas calcárias ou carbonáticas, nas quais a circulação da água ocorre principalmente nas fraturas e outras descontinuidades, conhecidas como diáclases, que surgem devido à dissolução do carbonato pela água. Essas aberturas podem atingir dimensões consideráveis, resultando na formação de verdadeiros rios subterrâneos. Os aquíferos cársticos são caracterizados por sua heterogeneidade e descontinuidade, apresentando águas com alta dureza e fluxo em canais. As principais rochas envolvidas são calcários, dolomitos e mármore (ABAS, 2005).

Figura 7 - Tipos de aquíferos em relação a porosidade.



Fonte: BORGHETTI et al. (2004)

### 3.2 CAPACIDADE ESPECÍFICA DE POÇOS

A disponibilidade de água e a permeabilidade do aquífero podem ser deduzidas da capacidade de um poço de fornecer um fluxo constante de água ao longo do tempo. Essa medida é chamada de capacidade específica, que é a quantidade de vazão que um poço produz por unidade de variação do nível de água no mesmo. A capacidade específica é parte integrante da avaliação de aquíferos e é uma caracterização comum usada no campo (FREEZE; CHERRY, 1979).

A capacidade específica de um poço, também chamada de vazão específica, é gerada através da razão entre a vazão ( $Q$ ) e o rebaixamento ( $s$ ) para um determinado tempo ( $t$ ), expressa em  $m^3/h/m$ ,  $m/s/m$ ,  $L/h/m$  e  $L/s/m$  e é utilizada para expressar a produtividade de um poço em regime estacionário (FEITOSA et al., 2008).

A obtenção da capacidade específica envolve a realização de testes de bombeamento, que consistem em bombear água do poço a uma taxa constante por

um período determinado, enquanto se monitora o nível da água no poço e nos poços próximos. Com base nos dados coletados, é possível determinar a vazão específica, que é a quantidade de água que flui para o poço por unidade de comprimento do aquífero, e calcular a capacidade específica (FREEZE; CHERRY, 1979).

A interpretação dos dados de capacidade específica é importante para determinar a produtividade do poço e a capacidade do aquífero de fornecer água de forma sustentável. A análise desses dados pode ajudar na seleção de um local adequado para a perfuração de poços, no dimensionamento de sistemas de captação de água e na gestão sustentável dos recursos hídricos (FREEZE; CHERRY, 1979).

Além disso, a capacidade específica também pode indicar a qualidade do aquífero. Um aquífero com alta capacidade específica pode indicar uma permeabilidade elevada, o que pode aumentar o risco de contaminação devido à maior facilidade de transporte de poluentes. Por outro lado, um aquífero com baixa capacidade específica pode indicar uma maior capacidade de filtragem e retenção de contaminantes (IRITANI et al., 2000).

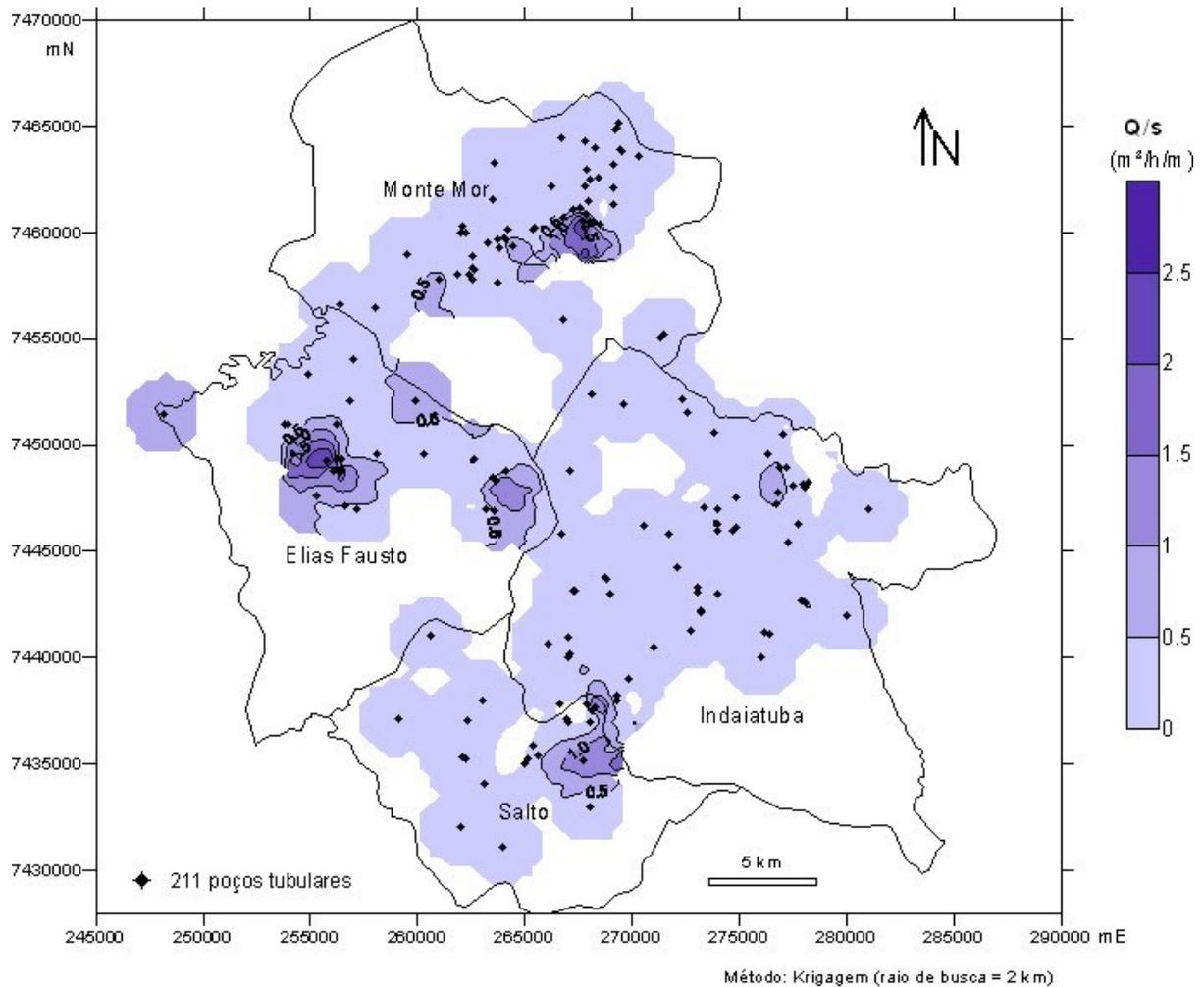
Em resumo, a capacidade específica de poços é uma medida importante para avaliar a produtividade e a sustentabilidade da captação de água de um aquífero, bem como para entender as características do aquífero em termos de permeabilidade e capacidade de filtragem (FREEZE; CHERRY, 1979).

Cada poço é caracterizado pelo seu desempenho através da ficha técnica do teste de produção, que é realizado após a perfuração e indica as respectivas condições de exploração. Utilizando a capacidade específica que foi avaliada no teste, é possível detectar qualquer redução de produtividade durante a operação do poço, e com isso, contratar serviços de manutenção e limpeza para a sua reabilitação; quando a capacidade específica de um poço sofrer uma redução de 25%, já é tempo de iniciar a reabilitação (FEITOSA et al., 2008).

Vários artigos científicos utilizam a capacidade específica como uma medida importante para a caracterização dos aquíferos. Por exemplo, Oda et al. (2006) utilizaram a capacidade específica para caracterizar a diferença de vazão entre aquíferos e a disponibilidade hídrica na região de Indaiatuba, São Paulo. Eles concluíram que a capacidade específica é uma medida importante da disponibilidade de água nos aquíferos e pode ser usada para prever a produção de água a partir de

poços e identificar qual aquífero é mais produtivo. Foram realizados dados estatísticos (média – mediana), mapas (Figura 8) de produtividade representando a capacidade específica em diversos locais para fazer a comparação, onde o Aquífero Tubarão mostrou-se mais produtivo que o Cristalino.

Figura 8 - Mapa de capacidade específica ( $m^3/h/m$ ) do Sistema Aquífero Tubarão.



Autor: Oda (2006).

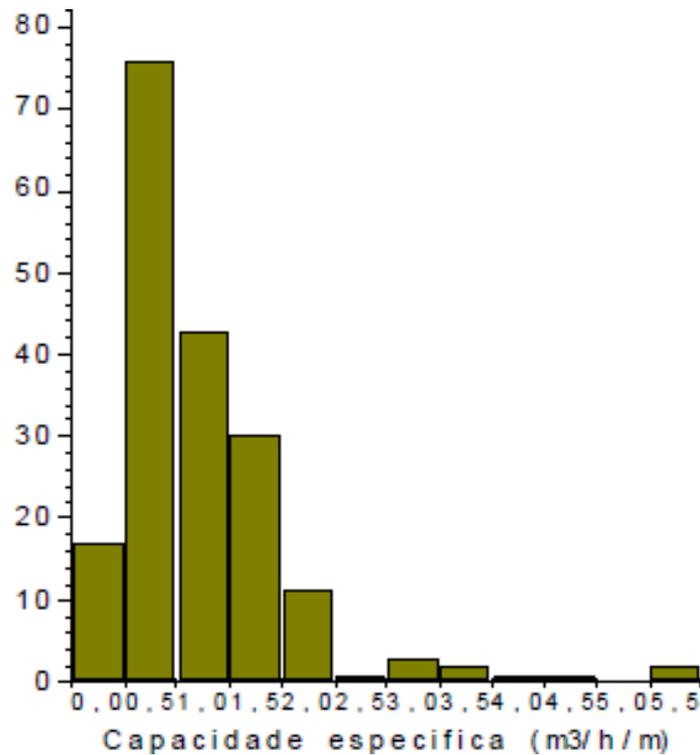
A capacidade específica pode variar em cada ponto devido a diferentes fatores geológicos e hidrogeológicos, por exemplo, a permeabilidade do solo e da rocha onde o poço está localizado pode influenciar diretamente na capacidade de produção, o diâmetro e profundidade do poço também interfere, onde poços com maior profundidade e diâmetro tendem a ter maior capacidade específica e a presença de

fraturas e fissuras na rocha também pode aumentar a capacidade de produção do poço (FEITOSA et al., 2008).

Para comparar os dados de capacidade específica dos poços, geralmente são utilizados gráficos que mostram sua variação com a profundidade. Os dados são obtidos a partir dos ensaios de bombeamento realizados em cada poço e as informações sobre a profundidade do poço são obtidas a partir da perfuratriz e das amostras coletadas ao decorrer da perfuração. Por exemplo, Velásquez et al. (2008) utilizaram dados de 187 poços tubulares, com profundidades mais frequentes entre 50 e 60 metros (Figura 9) para caracterizar os aquíferos na região de Araguari/MG. No eixo vertical da figura 9 está a quantidade de poços, e no horizontal o valor da capacidade específica, sendo os valores mais frequentes da capacidade específica entre 0,5 e 1,0 m<sup>3</sup>/h/m, totalizando 40,6% dos poços.

Com os dados estatísticos, gráficos e mapas gerados através dos poços foi concluído que a boa produtividade, pouca profundidade e a natureza do material litológico na região, induzem a exploração do Aquífero Bauru na região estudada. Apesar do Aquífero Bauru ser o mais explorado na região com vazão média de 22m<sup>3</sup>/h, no futuro, o Aquífero Serra Geral será uma boa alternativa para utilização, com uma vazão média de 51m<sup>3</sup>/h (VELÁSQUEZ; et al 2008).

Figura 9 - Frequência relativa da capacidade específica do Aquífero Bauru.



Fonte: Velásquez (2006).

### 3.3 POTENCIOMETRIA

A elaboração de redes de fluxo é uma das ferramentas analíticas mais poderosas para interpretação do movimento de água subterrânea, sendo representado por um conjunto tridimensional de superfícies equipotenciais e um conjunto de linhas de fluxo ortogonais. Para desenvolver e descrever uma rede de fluxo, é necessário conhecer as condições dos contornos nos limites da área e a distribuição espacial da condutividade hidráulica (FREEZE; CHERRY, 1979).

O mapa potenciométrico é uma ferramenta utilizada na hidrogeologia para determinar a distribuição espacial das cargas hidráulicas em um aquífero. É um mapa que representa as linhas equipotenciais, ou seja, as linhas de igual carga hidráulica, em uma área específica (FEITOSA et al., 2008).

O mapa potenciométrico é criado através de uma série de medições de níveis de água em poços de monitoramento e de uma análise matemática das relações entre as cargas hidráulicas desses poços. Os dados coletados podem ser inseridos em um

software de modelagem hidrogeológica para criar um modelo numérico do aquífero e, a partir daí, gerar um mapa potenciométrico (FEITOSA et al., 2008).

A importância do mapa potenciométrico é que ele pode ajudar a entender a dinâmica do fluxo de água subterrânea, incluindo a direção do fluxo e as áreas de recarga e descarga. Essas informações são úteis para a gestão de recursos hídricos, planejamento urbano e para a avaliação de impactos ambientais.

Além disso, o mapa potenciométrico pode ajudar a identificar áreas onde a água subterrânea pode estar contaminada por poluentes, como por exemplo, em casos de vazamentos de tanques de armazenamento subterrâneo de combustíveis ou de aterros sanitários. Isso pode permitir uma melhor avaliação do risco à saúde pública e a adoção de medidas de proteção da qualidade da água subterrânea.

### 3.4 GESTÃO DE AQUÍFEROS

A gestão de aquíferos é fundamental para garantir a disponibilidade e qualidade da água subterrânea, que é uma fonte essencial para o abastecimento público, agricultura, indústria e outros setores. No Brasil, a gestão de recursos hídricos é regida pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/97, que estabelece a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, com a participação da sociedade (BRASIL, 1997).

A Agência Nacional de Águas (ANA) é o órgão regulador responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e pela gestão dos recursos hídricos de domínio da União. A ANA atua na gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, incluindo a gestão de aquíferos, através de estudos hidrogeológicos, monitoramento, outorga de direitos de uso de água subterrânea, entre outras atividades (ANA, 2022).

A gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos é um importante aspecto da gestão de aquíferos, pois permite uma abordagem holística e integrada da gestão dos recursos hídricos em uma determinada bacia hidrográfica, levando em consideração os aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, ambientais, econômicos e sociais (ANA, 2019).

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM) é uma das principais instituições responsáveis pelos estudos hidrogeológicos e gestão de aquíferos no país. A CPRM realiza estudos hidrogeológicos em diversas regiões do país, incluindo mapeamento geológico-hidrogeológico, estudos de caracterização hidrogeológica, modelagem hidrogeológica e monitoramento de aquíferos. Além disso, a CPRM também atua na elaboração de planos de gestão de recursos hídricos em bacias hidrográficas, em parceria com outros órgãos governamentais e a sociedade civil (CPRM, 2023).

## **4 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, HIDROGEOLÓGICA REGIONAL E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **4.1 GEOLOGIA REGIONAL**

Na região onde se encontra o município de Araguari, afloram rochas pertencentes ao embasamento, à Bacia do Paraná e à Bacia Bauru.

#### **4.1.1 Embasamento**

O embasamento pré-cambriano que prevalece nas áreas arqueanas e proterozóicas expostas nas regiões de Goiás e Oeste de Minas Gerais, conforme mencionado por Almeida e Hasui em 1984. Neste contexto, é possível identificar a ocorrência de corpos máficos-ultramáficos e corpos de granitos de dimensões variadas que se inserem no complexo granito-gnáissico. Adicionalmente, observa-se a presença de magmatismo básico representado por anfíbolitos, com derrames predominantes e corpos de gabros intrusivos (ALMEIDA; HASUI, 1984).

As rochas gnáissicas são constituídas principalmente por biotita-(hornblenda)-gnaiesses quartzo-feldspáticos, apresentando minerais predominantes como quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, biotita e hornblenda, conforme descrito por Almeida e Hasui em 1984. A textura dessas rochas varia de grossa a média, destacando-se por porfiroblastos de feldspato. Quanto à foliação, esta é discreta, embora se torne mais evidente nos tipos enriquecidos de biotita ou naquelas que passaram por fortes processos de deformação e recristalização.

O embasamento regional é composto por rochas metassedimentares, das quais o Grupo Araxá é parte integrante. O Grupo Araxá está situado no domínio da

faixa de dobramentos do Neoproterozóico e encontra-se enquadrado dentro da Província do Tocantins, sendo este o segmento meridional da Faixa de Dobramentos Brasília. Sua extensão abrange áreas no sul de Goiás e Triângulo Mineiro, estendendo-se de forma descontínua da Sintaxe dos Pirineus até a região da Represa de Furnas (DARDENNE, 2000).

Foram realizadas 36 datações em rochas xistosas, bem como em intrusivas do Grupo Araxá. Os resultados obtidos revelaram idades compreendidas entre 1.217 e 592 Ma, sendo que a maioria das rochas analisadas apresentou idade inferior a 700 Ma. As análises dos pegmatitos intrusivos nos xistos indicaram uma idade entre 885 e 577 Ma. Além disso, foi identificada uma única idade conhecida de intrusiva nos xistos e granitos, datada de 615 Ma, localizada na região SW de Coromandel – MG (ALMEIDA; HASUI, 1984).

#### 4.1.2 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná ocupa uma área geográfica aproximada de 1,5 milhões de km<sup>2</sup> e faz parte dos países Brasil, Uruguai, Paraguai e Argentina. No Brasil ela ocupa oito estados, sendo o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais.

Esta bacia é do tipo intracratônica e encontra-se na placa sulamericana, formada no interior do Continente Gondwana, com o acúmulo de rochas sedimentares e vulcânicas, sendo descritas com idades entre o Ordoviciano e o Cretáceo. O embasamento é composto por rochas ígneas e metamórficas com idades entre 700 a 400 Ma (MILANI; ZALÁN, 1999).

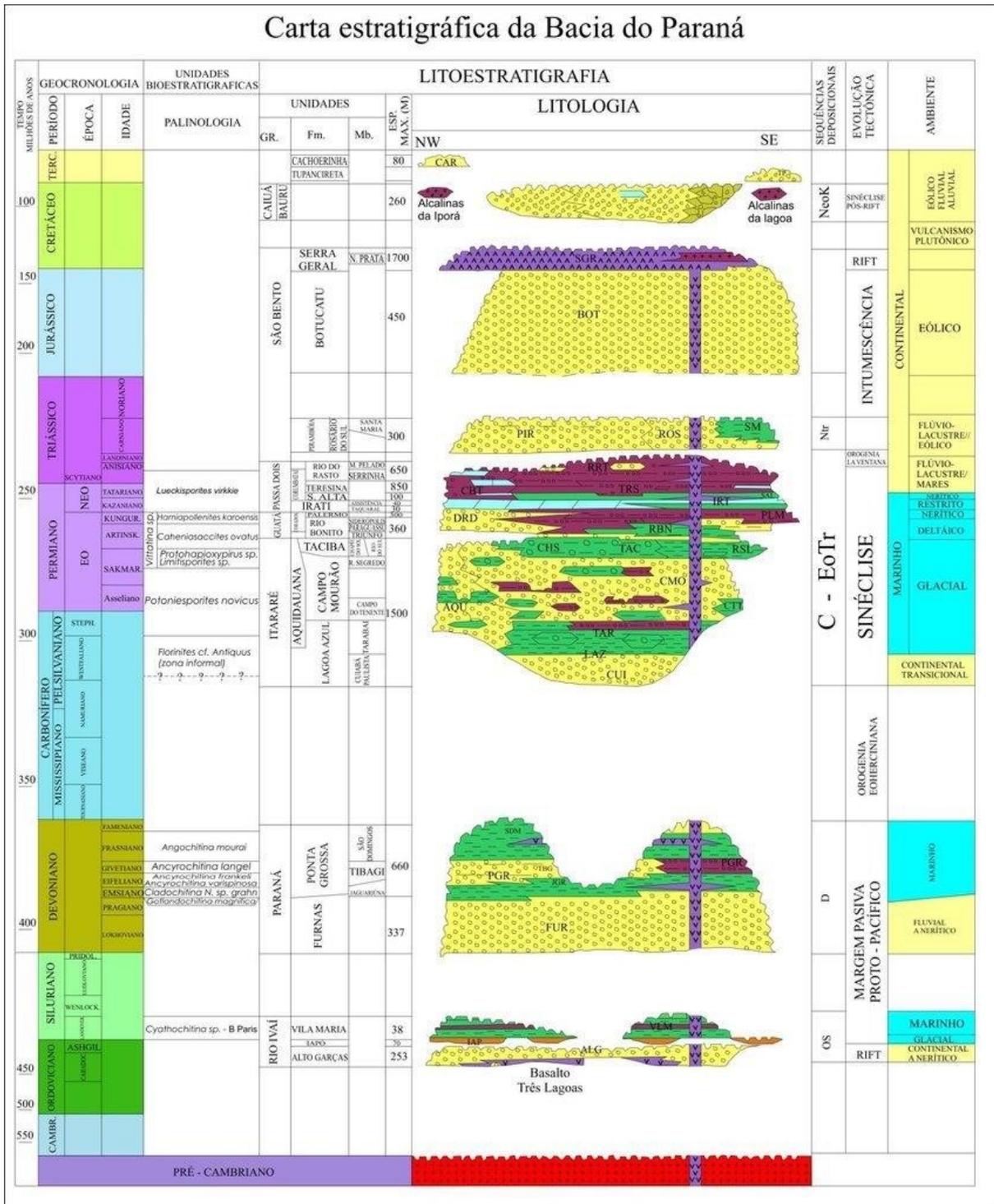
A gênese das bacias intracratônicas brasileiras de acordo com Milani & Zalán (1999), é atribuída a diversas teorias, e as que se destacam são: ao final do neoproterozóico foram gerados esforços de tensão distensionais por intrusões graníticas na crosta; mecânica de estiramento (*rift*); por conta do resfriamento de grandes porções da crosta foi provocado subsidência térmica; ruptura do supercontinente proterozóico que gerou aumento de tensão nas placas; desequilíbrio isostático, dentre outras. E de acordo com todas as hipóteses sobre a formação da

bacia, o fator importante para a formação das bacias intracratônica sul-americanas seria por conta da subsidência termal.

Na formação da bacia, também se destaca os movimentos de compensação isostática com episódios de subsidência e soerguimento, que levou a ciclos deposicionais e erosivos, esses eventos estão relacionados à formação do Continente Gondwana, e pela sua fragmentação. A evolução estrutural e estratigráfica foi controlada pelos lineamentos que estavam preexistentes nas zonas falhadas do embasamento.

A intercalação de ciclos de subsidência e soerguimento, de acordo com Assine et al., (1993, apud FRANÇA et al, 1994) controlou a estratigrafia (Figura 10) da bacia, dando início a deposição do Grupo Ivaí, arenitos do Neo-Ordoviciano e conglomerados da Formação Alto Garças, progredindo até o Jurássico com a deposição dos arenitos eólicos da Formação Botucatu. Já no Cretáceo Inferior, o ciclo de deposição terrígena acabou por conta do magmatismo dos basaltos da Formação Serra Geral, e acabou cobrindo a Bacia do Paraná com grandes derrames de lavas vulcânicas, onde em alguns pontos na bacia chegam a 1700 metros de espessura, sendo conhecido como um dos maiores derrames de lavas até hoje conhecidos. E no Cretáceo Superior, onde já finalizou o magmatismo, ocorreu a deposição do Grupo Bauru. O ciclo de deposição da Bacia do Paraná se encerra com os depósitos detríticos do Cenozóico.

Figura 10 - Carta Estratigráfica da Bacia do Paraná.



Fonte: compilado de Milani et al., (1994).

#### 4.1.3 Grupo Bauru

De acordo com Batezelli (2003), no Grupo Bauru do Triângulo Mineiro são encontradas as formações Uberaba, Vale do Rio do Peixe e Marília, enquanto a Formação Araçatuba é restrita ao estado de São Paulo.

A descrição da Formação Araçatuba feita por Fernandes & Coimbra (2000a) a descreve como uma sucessão de estratos tabulares, composta por siltitos e arenitos muito finos de coloração cinza-esverdeada. Esses arenitos geralmente estão cimentados por carbonato, formando crostas tabulares horizontais paralelas à estratificação. Na maioria das vezes, os arenitos são maciços, mas podem apresentar estratificação plano-paralela, moldes e pseudomorfos de cristais de gipsita e marcas de raízes.

Batezelli (2003) indica que a Formação Uberaba é composta principalmente por arenitos, com a presença subordinada de lamitos, siltitos e conglomerados. Os arenitos exibem formas lenticulares e podem apresentar intercalações centimétricas de siltito/lamito. São observadas estruturas sedimentares características, como estratificações cruzadas acanaladas e tabulares de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela, feições acanaladas e algumas estruturas deformacionais e de injeção de argila, como estruturas em chama e dobras convolutas. Os arenitos também exibem uma seleção moderada, com presença frequente de intraclastos de argila e basalto em tamanhos submilimétricos a centimétricos, além da ocorrência de minerais pesados como ilmenita, perovskita e granada.

Na porção centro-oeste do Triângulo Mineiro, identificam-se afloramentos da Formação Vale do Rio do Peixe, caracterizados por arenitos finos a médios, avermelhados e com seleção moderada, geralmente classificados como arcoseanos. Destacam-se a presença de estruturas como estratificações cruzadas de pequeno a médio porte, estratificação plano-paralela e, em menor proporção, marcas onduladas (BATEZELLI, 2003).

A Formação Marília, hierarquicamente formalizada por Soares et al. (1980) e posteriormente subdividida por Barcelos (1984) em três membros (Ponte Alta, Serra da Galga e Echaporã), é encontrada principalmente na porção leste do Triângulo Mineiro, além do estado de São Paulo. Essa unidade é descrita por Soares et al. (1980) como uma sucessão composta principalmente por arenitos grossos e

conglomeráticos, apresentando grãos angulosos e mal selecionados, com presença de minerais pesados e "matriz variável", com ocorrências subordinadas de frações silte.

Figura 11 - Representação das sequências deposicionais, dos tratos de sistemas e das discordâncias relacionados com a Bacia Bauru



Fonte: Seer & Moraes (2017).

#### 4.2 HIDROGEOLOGIA REGIONAL

Embora o objetivo do trabalho seja a caracterização do Sistema Aquífero Bauru, serão tratadas algumas informações descritivas a respeito do aquífero Serra Geral.

As unidades aquíferas Serra Geral e Bauru estão inseridas na região de estudo, sendo que mais de 90% dos poços para abastecimento de água do município estão inseridos no Aquífero Bauru (OLIVEIRA, 2002).

O Aquífero Bauru contém as rochas sedimentares dos Grupos Bauru e Caiuá, sobrepostas aos basaltos da Formação Serra Geral, distinguindo relevos aplainados. Aflora em toda a região do Triângulo Mineiro, sendo divisa com os estados de São Paulo e Goiás (LIMA; ALMEIDA, 2012).

O Aquífero Serra Geral, pertencente à Bacia do Paraná, é um dos aquíferos mais importante dessa bacia. É denominado como aquífero fraturado, sendo um padrão de fraturamento complexo, e está associado às rochas basálticas da formação homônima, com espessuras entre 200 e 250 metros. O aquífero é sobreposto por um pacote de sedimentos arenosos da Formação Marília nos locais em que os basaltos não estão aflorando, os pacotes contêm espessura média de 50 a 60 metros, e das coberturas colúvio-eluvionares lateríticas (VELÁSQUEZ et al.,2008).

De acordo com os dados de Feitosa & Manoel Filho (2000, apud VELÁSQUEZ et al., 2008), a vazão média obtida a partir de 715 poços no Aquífero Serra Geral é de 26,6m<sup>3</sup>/h com capacidade específica média de 3,29 m<sup>3</sup>/h/m. Fiumari (2004) pontua que mesmo sendo uma importante fonte de abastecimento de água na Bacia do Paraná, na região do município de Araguari o aquífero possui baixa produtividade, sendo entre 5 m<sup>3</sup>/h e 10 m<sup>3</sup>/h.

#### 4.3 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO TRIÂNGULO MINEIRO

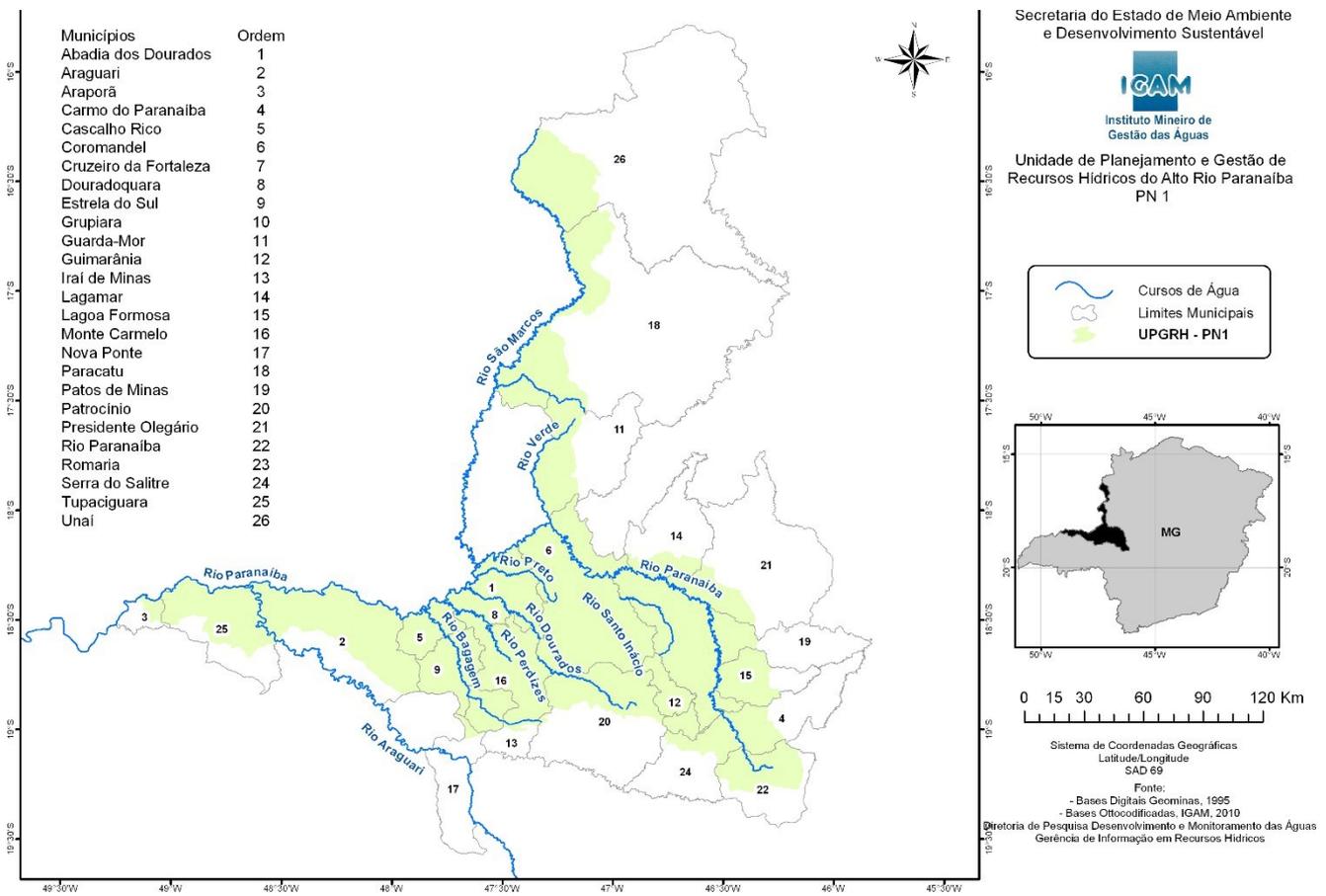
A região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, Brasil, enfrenta desafios significativos na gestão de seus recursos hídricos, devido à presença de áreas declaradas de conflito e múltiplos usos para as vazões outorgadas na região. Segundo um estudo realizado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), as áreas declaradas de conflito na região incluem principalmente a bacia hidrográfica do rio Paranaíba, onde há uma grande demanda por água para irrigação de lavouras e abastecimento humano e animal, além da geração de energia hidrelétrica (IGAM, 2019).

A gestão de recursos hídricos na região do Triângulo Mineiro é regulamentada pela legislação estadual, principalmente pela Lei Estadual nº 13.199/1999, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais, e pelo Decreto Estadual nº 41.578/2001, que estabelece as normas para outorga de uso da água e a cobrança pelo uso da água (IGAM, 2021).

Além disso, a região conta com dois planos de bacias hidrográficas, o Plano de Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1) e o Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2), que estabelecem diretrizes para a gestão integrada dos recursos hídricos na região (ANA, 2013).

O PN1 (Figura 12) abrange as bacias hidrográficas do rio Paranaíba, rio Bagagem, rio Perdizes, rio Dourados, rio Preto, rio verde e rio São Marcos, enquanto o PN2 (Figura 13) engloba as bacias hidrográficas do rio Araguari, rio Uberabinha, rio Claro, rio Galheiro, rio Quebra Anzol, rio São João e rio Misericórdia. Ambos os planos têm como objetivo garantir a disponibilidade e a qualidade da água para os diferentes usos, promover o uso racional e sustentável da água e proteger os ecossistemas aquáticos (ANA, 2013).

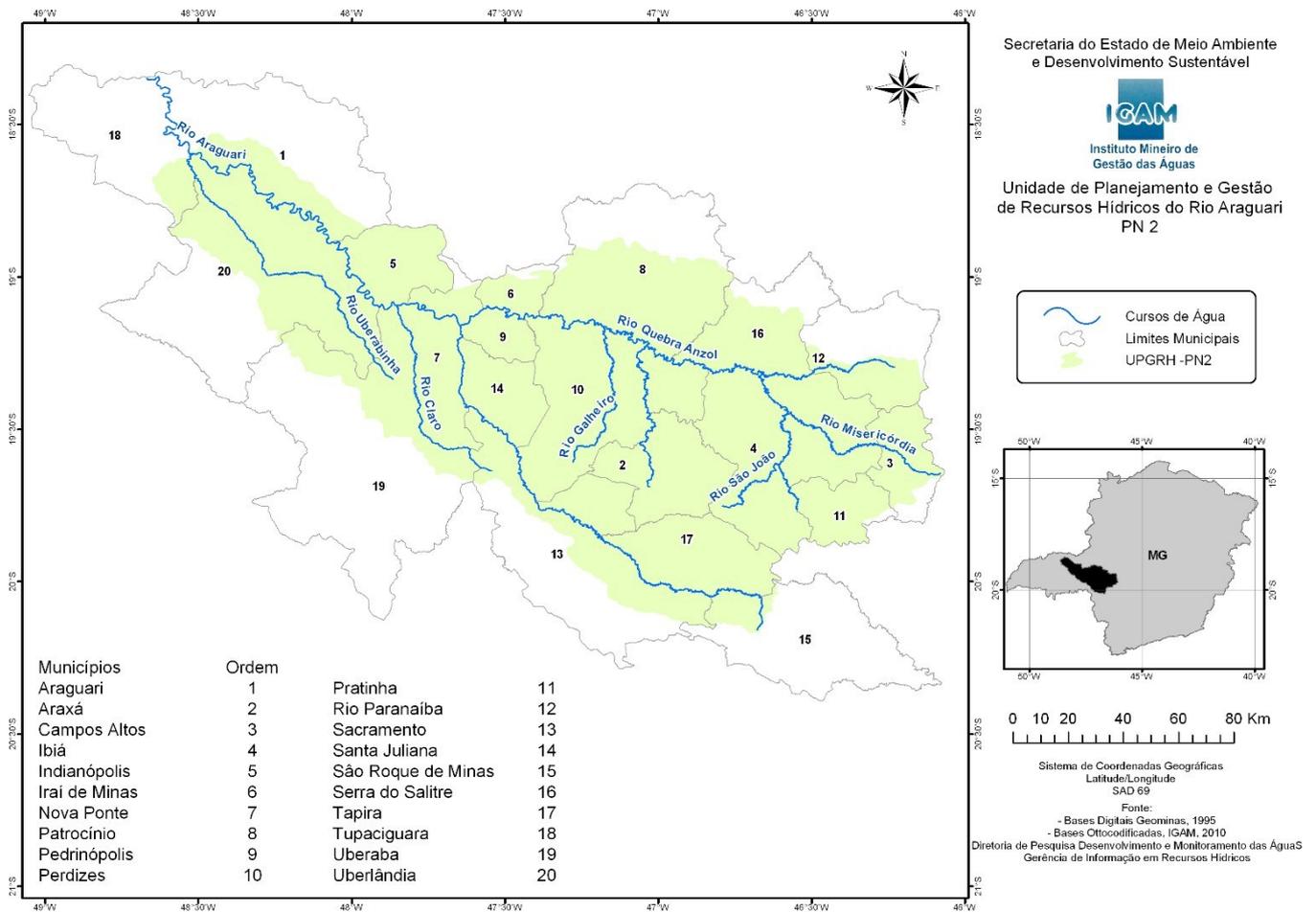
Figura 12 - Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Paranaíba (PN1).



Fonte: IGAM, 2010.

Figura 13 - Bacia Hidrográfica do Rio Araguari (PN2).

Fonte: IGAM, 2010.



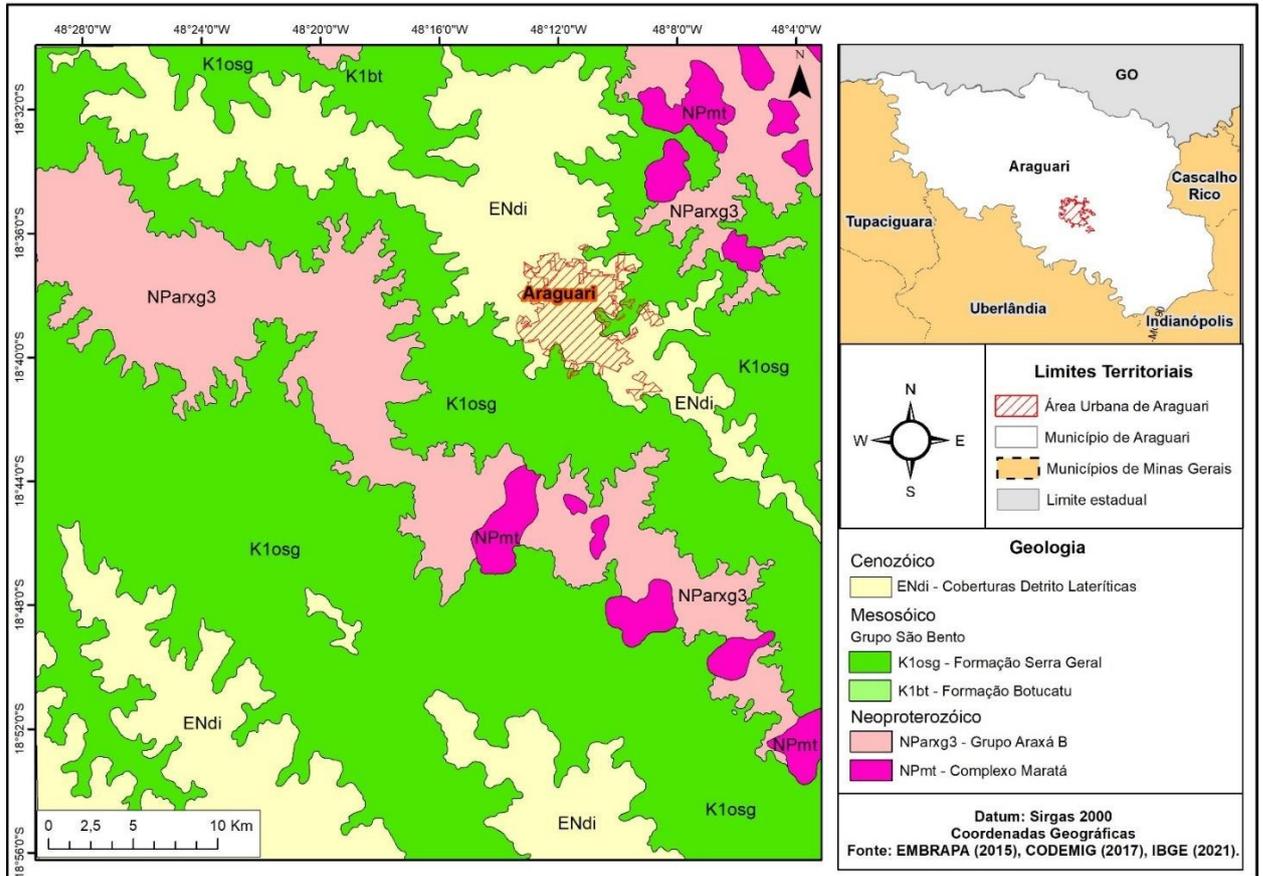
Para lidar com os desafios da gestão de recursos hídricos na região, é importante promover a participação dos diferentes setores e usuários da água na tomada de decisões, bem como adotar medidas para reduzir a demanda por água e aumentar a eficiência no uso dos recursos hídricos (ANA, 2013).

## 5 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E HIDROGEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDOS

### 5.1 GEOLOGIA LOCAL

No município de Araguari são encontradas diversas formações geológicas (Figura 14) de importância, constituída da base para o topo pelo Grupo Araxá, sendo o embasamento cristalino do Neoproterozóico, posteriormente os basaltos da Formação Serra Geral, de idade Mesozóica e por último o Grupo Bauru (Formação Marília), sendo o de maior interesse neste trabalho.

Figura 14 - Mapa Geológico da região de estudo.



Fonte: Autor.

### 5.1.1 Grupo Araxá

O Grupo Araxá, pertencente à Faixa de Dobramentos Brasília, abriga as rochas pré-cambrianas mais significativas na região do Triângulo Mineiro e sul de Goiás.

Conforme mencionado por Fiumari (2004), o Grupo Araxá desempenha um papel fundamental como substrato rochoso dos rios Araguari e Paranaíba, apresentando-se geralmente a altitudes abaixo de 700 metros. No município de Araguari, as rochas predominantes são o muscovita-quartzo xisto, granada-biotita xisto, muscovita-clorita xisto, mica xisto calcífero, xistos feldspáticos e estauroлита xisto, além de camadas de mármore cristalinos de granulação grossa.

### 5.1.2 Formação Serra Geral

Na região de Araguari também ocorrem basaltos da Formação Serra Geral, que exibe uma espessura variável de 50m a 250m. Esse tipo de rocha pode ser encontrado em diferentes áreas, como na região da Serra da Bocaina, localizada na porção norte, e entre os extremos NW e SE do município. Em geral, a altitude do topo do basalto fica entre 880 e 900 metros. É importante ressaltar que essa unidade geológica repousa de forma discordante sobre os xistos e quartzo-xistos pertencentes ao Grupo Araxá, conforme apontado por Fiumari (2004).

A região de chapada é caracterizada por extensas áreas de afloramento, representativas ao longo de toda a faixa. Os vales das drenagens, principalmente em médio e baixo curso, revelam um formato encaixado em forma de "V" devido à presença das rochas basálticas. Nessa paisagem, é possível observar inúmeras cachoeiras que se formam nas rupturas de declive, seguindo os planos de falhas perpendiculares à direção das drenagens (OLIVEIRA, 2002).

### 5.1.3 Grupo Bauru

No Triângulo Mineiro, o Grupo Bauru (Figura 15) é representado pelas formações Uberaba (basal) e Marília (superior). A Formação Marília aflora em Araguari, sobrepondo-se aos basaltos da Formação Serra Geral.

A Formação Marília, depositada no Cretáceo Superior, marca o fim do Período Mesozóico na região nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, conforme a classificação de Almeida e Barbosa (1953 in ALVES, 1995). Essa formação é composta por arenitos de grãos grossos a conglomeráticos, além de calcários e calcretes. Ela foi dividida em dois conjuntos: membro Ponte Alta e membro Serra da Galga, sendo o primeiro a base da Formação Marília no Triângulo Mineiro (BARCELOS, 1984).

Segundo Barcelos (1984), os depósitos da Formação Marília resultaram de um regime torrencial de leques aluviais em um clima semiárido. Essa sedimentação ocorreu devido à reativação tectônica de faixas marginais durante o soerguimento do Alto Paranaíba.

Um afloramento da Formação Marília foi descrito por Fiumari (2004) em Araguari, localizado no bairro Sibipiruna, próximo a uma voçoroca no Córrego do Brejo Alegre. Nesse afloramento, encontram-se conglomerados lenticulares bem estratificados na base, contendo seixos centimétricos, seguidos por camadas de arenito fino argiloso. O perfil continua com arenito síltico-argiloso amarelado, arenito fino-rosado e solo silto-argiloso castanho avermelhado laterizado, totalizando uma espessura de 15 metros.

A Formação Marília é a unidade mais extensa em Araguari, ocupando cerca de 37% da área total de 1.023,1 km<sup>2</sup> (VELÁSQUEZ et al., 2006). Sua espessura média é de 55 metros, aumentando em direção ao sudeste do município, podendo atingir até 60 metros nas regiões de Indianópolis e Araguari (ALVES, 1995).

Em Araguari, Barcelos et al. (1981) identificaram a presença da Formação Marília, composta pelos membros Ponte Alta e Serra da Galga. O Membro Serra da Galga é o único membro do Grupo Bauru encontrado na região de Araguari (ALVES, 1995).

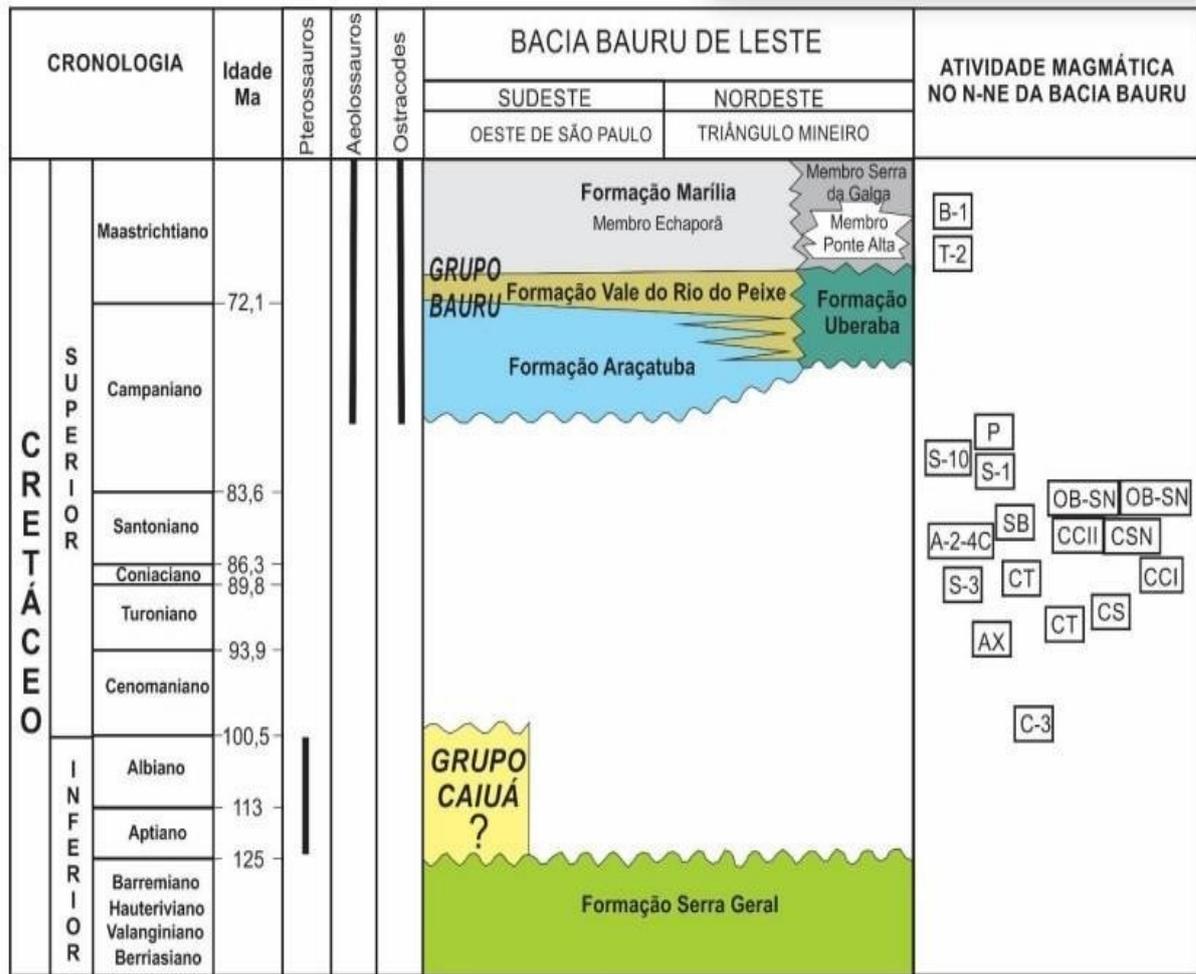
O Membro Ponte Alta constitui a base da Formação Marília no Triângulo Mineiro, assentando-se de forma gradual sobre a Formação Uberaba, embora o contato possa ser abrupto em algumas áreas (BARCELOS, 1984). Esse membro é composto por arenitos e conglomerados preenchidos por sedimentação carbonática, frequentemente acompanhados de nódulos calcários.

Barcelos (1984) descreve o Membro Ponte Alta como resultado de um sistema lacustre conhecido como "playa lakes", composto por calcários lacustres de origem continental. Já Fernandes (1992) relaciona os depósitos do Membro Ponte Alta a um sistema fluvial entrelaçado concentrado na parte mediana do leque aluvial. As estruturas de estratificação cruzada, corte e preenchimento de canais, além da presença de conglomerados, indicam o transporte fluvial por fluxos de tração com alta energia e duração efêmera.

O Membro Serra da Galga sobrepõe o Membro Ponte Alta no Triângulo Mineiro e representa a unidade superior da Formação Marília (BARCELOS, 1984). Ele é constituído principalmente por arenitos finos a grossos, conglomerados e arenitos conglomeráticos, associados a silcretos e calcretos (RIBEIRO, 2000).

Em Araguari, a caracterização direta do Membro Serra da Galga é desafiadora, pois está encoberto por uma camada de solos elúvio-coluvionares com espessura entre 5 e 10 metros. Geralmente, sua identificação é feita por meio de critérios morfológicos, fotointerpretação e testemunhos de sondagem e para prospecção de água (FIUMARI, 2004).

Figura 15 - Carta cronoestratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru.



Fonte: Batezelli (2015).

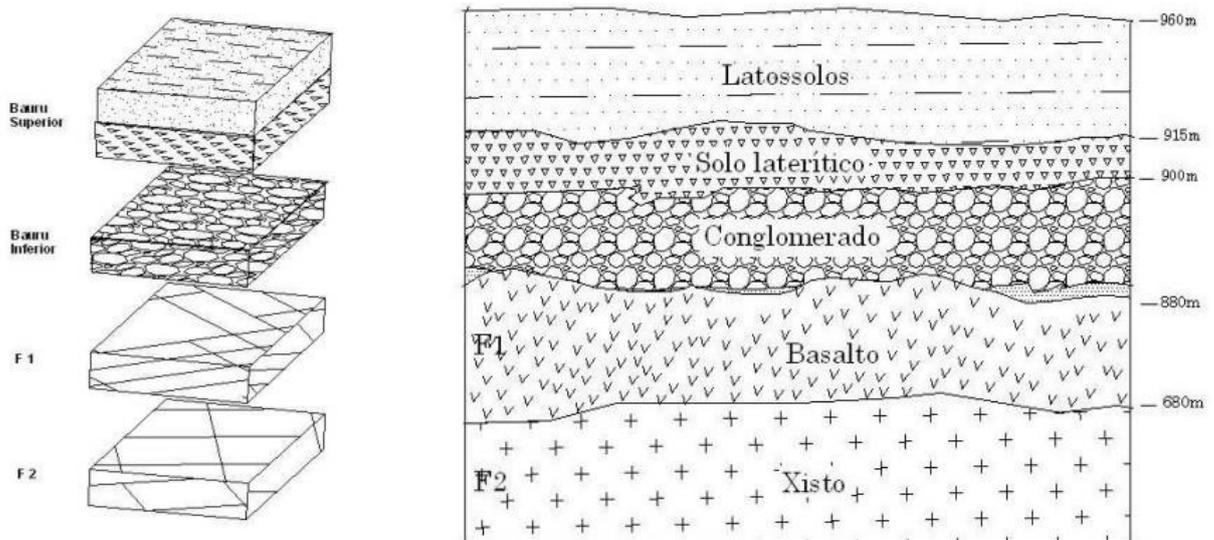
### 5.2 HIDROGEOLOGIA LOCAL

Embora o objetivo principal deste trabalho seja caracterizar o Sistema Aquífero Bauru, também serão abordadas breves informações descritivas sobre o aquífero fraturado. No município de Araguari, ocorrem os aquíferos Botucatu, Serra Geral e

Bauru. Esses aquíferos estão hidráulicamente conectados, sendo o aquífero Bauru o mais explorado na região de Araguari.

As unidades geológicas dos aquíferos estudados compreendem as rochas do Grupo Araxá, Formação Serra Geral e Grupo Bauru (Figura 16). Esses aquíferos foram classificados em dois domínios com base em sua distinção geológica e comportamento hidrodinâmico. O primeiro domínio abrange os aquíferos fraturados, constituídos pelos xistos do Grupo Araxá e os basaltos da Formação Serra Geral. Já o segundo domínio engloba o aquífero poroso, composto pelos latossolos, arenitos friáveis, solo laterítico e as fácies conglomeráticas do Membro Araguari, todos pertencentes à Formação Marília, do Grupo Bauru (OLIVEIRA, 2002).

Figura 16 - Figura esquemática relacionando os aquíferos (esquerda) ao perfil litológico (direita), sendo F1 e F2 os aquíferos fraturados.



Fonte: Oliveira (2002).

Denominado como Sistema Aquífero Bauru, o aquífero poroso é caracterizado pelo Grupo Bauru. Ao longo de todo o município, o Grupo Bauru se comporta como um aquífero livre, com sua extensão lateral sendo limitada pelas drenagens dos rios Araguari, Paranaíba e seus afluentes (OLIVEIRA, 2002).

O Aquífero Bauru é a unidade hidrogeológica mais relevante no município de Araguari, sendo que toda a área urbana de Araguari está construída sobre esse

sistema, o que aumenta o risco de poluição desse aquífero. Ele está associado aos sedimentos arenosos do Grupo Bauru, especificamente da Formação Marília, bem como às coberturas terciárias. Esse sistema abrange os depósitos de água subterrânea não confinados, caracterizados por uma natureza intergranular, com alta a média porosidade e permeabilidade, além de possuir uma capacidade de armazenamento considerável (BERTOL, 2007).

Segundo Fiumari (2004), foram realizados alguns testes no aquífero, onde utilizaram cinco poços na área, resultando nos seguintes parâmetros: porosidade efetiva estimada em 0,12, permeabilidade média de  $2,3 \times 10^{-3}$  cm/s, transmissividade média de 211,1 cm<sup>2</sup>/s, o pH de 4,67 a 6,39.

A recarga do aquífero, com espessuras variáveis entre 5m e 10m, é facilitada pela porosidade dos materiais presentes na zona vadosa, que é caracterizada pela feição suave do relevo. Essa camada pedológica desempenha um papel fundamental na infiltração direta da precipitação, uma vez que inclui níveis de material grosso e coluvionar, responsáveis por cobrir parte do topo e a maioria das rampas entre as formações de arenito e basalto. Dessa forma, permite a transferência de parte da água infiltrada para o aquífero subjacente da Formação Marília, bem como para os cursos d'água superficiais (BERTOL, 2007).

A descarga ocorre nos pontos de contato entre a sequência sedimentar do aquífero e o basalto do Serra Geral. É nesses pontos que se originam a maior parte dos cursos d'água superficiais, cujas nascentes estão localizadas nas quebras topográficas da chapada, em altitudes entre 880m e 900m. Além disso, foram constatadas nascentes menos frequentes nas áreas planas dos arenitos Bauru, com altitudes entre 930m e 940m. Exemplos dessas nascentes incluem o Rio Jordão, os Ribeirões das Araras e Piçarrão, assim como o Córrego Amanhece, conforme mencionado por Fiumari em seu estudo de 2004. Neste estudo, as sub-bacias analisadas são drenadas pelo Ribeirão das Araras e pelo Córrego Amanhece.

A composição das fácies do sistema aquífero apresenta diferentes características em relação à granulometria, porosidade, condutividade hidráulica e litotipo. Essas diferenças levaram à divisão do Sistema Aquífero Bauru em dois subsistemas: Aquífero Bauru Superior e Aquífero Bauru Inferior (OLIVEIRA, 2002).

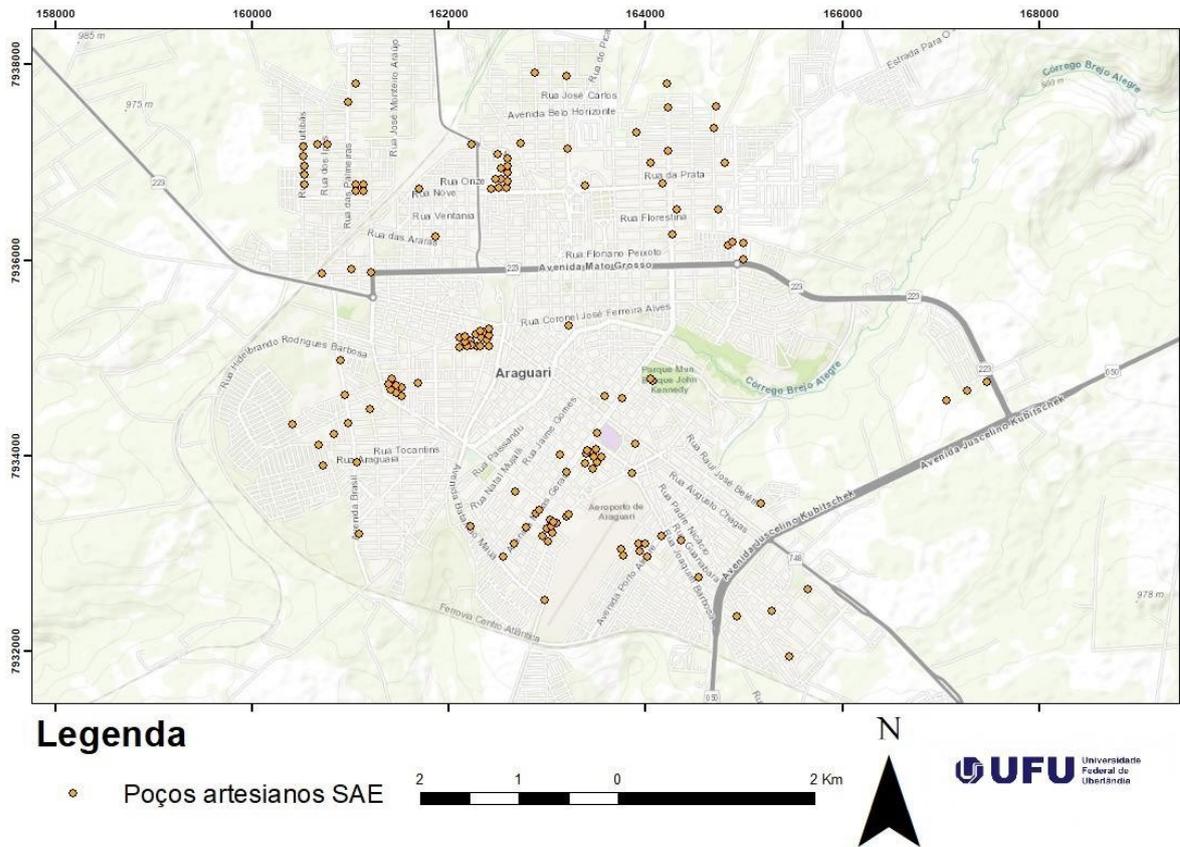
O Aquífero Bauru Inferior é caracterizado por fácies areníticas e conglomeráticas, encontradas em uma faixa altimétrica de 880 a 900 metros. A espessura dessas fácies varia, podendo chegar a até 20 metros. As fácies areníticas não estão presentes em toda a extensão do Sistema Aquífero Bauru, sendo encontradas apenas em ocorrências localizadas. Elas consistem em blocos de arenitos maciços altamente silicificados devido à precipitação de sílica, apresentando variações de formas intemperizadas. Por outro lado, as camadas conglomeráticas podem ser encontradas em toda a área de extensão do Aquífero Bauru (OLIVEIRA, 2002).

Já o Aquífero Bauru Superior é composto por solos lateríticos e latossolos. Os solos lateríticos possuem concreções ferruginosas na base, inseridas em uma matriz areno-argilosa, e no topo apresentam couraças lateríticas. Os latossolos são profundos, atingindo espessuras máximas de 45 metros, e afloram em altitudes acima de 915 metros (OLIVEIRA, 2002).

## **6 RESULTADO E DISCUSSÕES**

Os dados dos poços (figura 17) foram disponibilizados pela Superintendência de Água e Esgoto – SAE de Araguari, onde foi confeccionada uma ficha para cada poço com os seguintes dados: identificação, localização, coordenadas UTM, cota da boca do poço, profundidade do poço, nível estático (N.E.), nível dinâmico (N.D.), vazão do poço, rebaixamento, capacidade específica e carga hidráulica (Anexo 1).

Figura 17 - Mapa de localização dos poços no município de Araguari.



Fonte: Autor (2023).

Esses aglomerados de poços (Figura 17) são chamados de “bateria de poços”, onde é feita uma outorga única para todos além da economia da adutora até o reservatório.

A tabela 1 apresenta os dados estatísticos de vazão, N.E., N.D., rebaixamento, profundidade e capacidade específica dos 132 poços que compõem o sistema urbano de abastecimento de água no município de Araguari. Com base nos dados adquiridos, foi constatado que a profundidade média do nível estático do aquífero é de 24,30 metros, enquanto o nível dinâmico médio é de 43,93 metros. Portanto, verifica-se um rebaixamento médio de 19,62 metros.

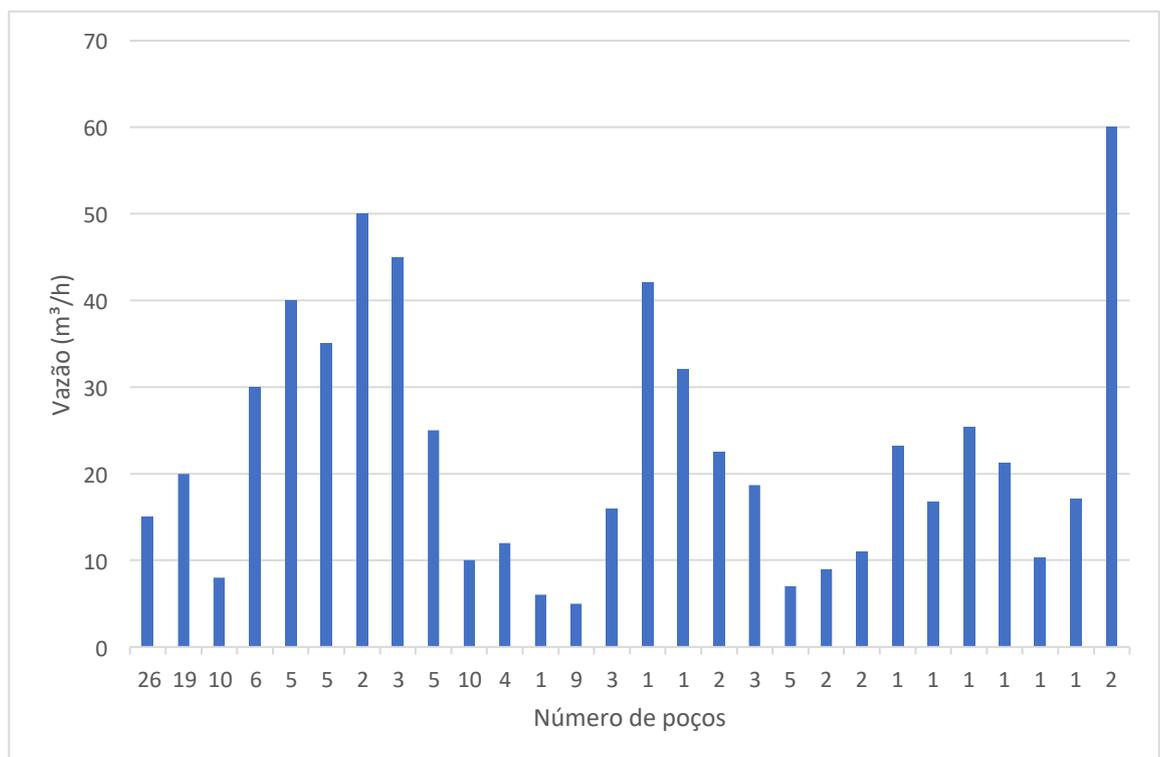
Tabela 1 - Estatística dos poços no perímetro urbano do Aquífero Bauru em Araguari.

Parâmetros	Q (m <sup>3</sup> /h)	NE (m)	ND (m)	Rebaixamento (m)	Prof (m)	C.E.
Média	18,83	24,30	43,93	19,62	56,67	1,06
Mínimo	5,00	9,60	28,00	4,00	40,00	0,25
Máximo	60,00	33,00	57,9	44,00	70,00	6,67
Nº de dados	132,00	132,00	132,00	132,00	132,00	132,00

Quanto às vazões dos poços, observa-se que a maior frequência ocorre na faixa de 10m<sup>3</sup>/h a 20m<sup>3</sup>/h, representando 60 poços ou 79,2% do total. Destaca-se que o poço com a vazão máxima atingiu 60m<sup>3</sup>/h, conforme ilustrado na figura 17 apresentada.

De forma geral, os poços com maiores vazões são localizados a noroeste da cidade, no bairro de São Sebastião com a presença de 4 poços com vazões de 40 a 60 m<sup>3</sup>/h e 7 poços com vazões de 25 a 45 m<sup>3</sup>/h.

Figura 18 - Frequência das vazões dos poços do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados).



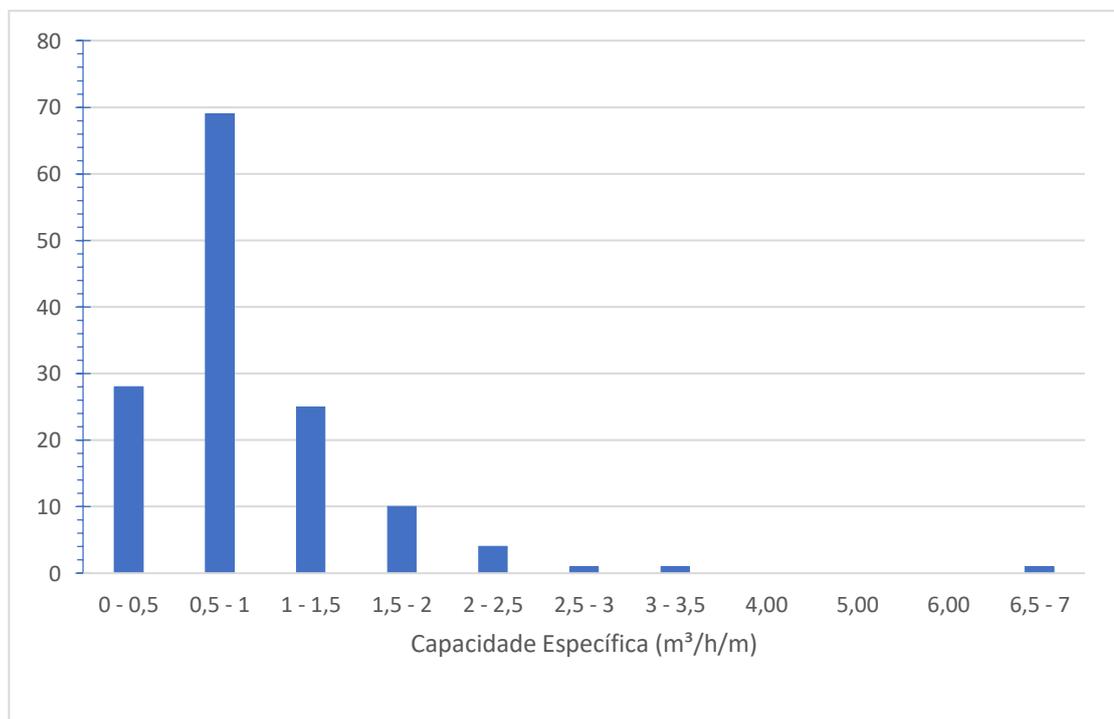
Fonte: Autor (2023).

A partir da análise dos dados coletados, foi possível estimar a capacidade específica dos poços, considerando a vazão média de  $18,83\text{m}^3/\text{h}$  e o rebaixamento médio de  $19,62\text{m}$ . Com base nesses valores, a capacidade específica média foi calculada em  $0,96\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , o que se encontra dentro da faixa média das capacidades específicas observadas.

Destaca-se que os valores mais frequentes de capacidade específica estão concentrados entre  $0,5$  e  $1,0\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ , abrangendo  $69,78\%$  dos poços estudados, conforme apresentado na figura 18. Apesar da diferença dos valores das capacidades específicas de Velásquez et al (2008), ambos os conjuntos de dados mostram uma consistência ao indicar que a maioria dos poços possui capacidade específica na faixa de  $0,5$  a  $1,0\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ .

Essa comparação de resultados reforça a importância de avaliar a capacidade específica dos poços como um indicador-chave na gestão e planejamento dos recursos hídricos, permitindo uma melhor compreensão da disponibilidade e potencial de exploração do aquífero.

Figura 19 - Frequência da capacidade específica do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados).



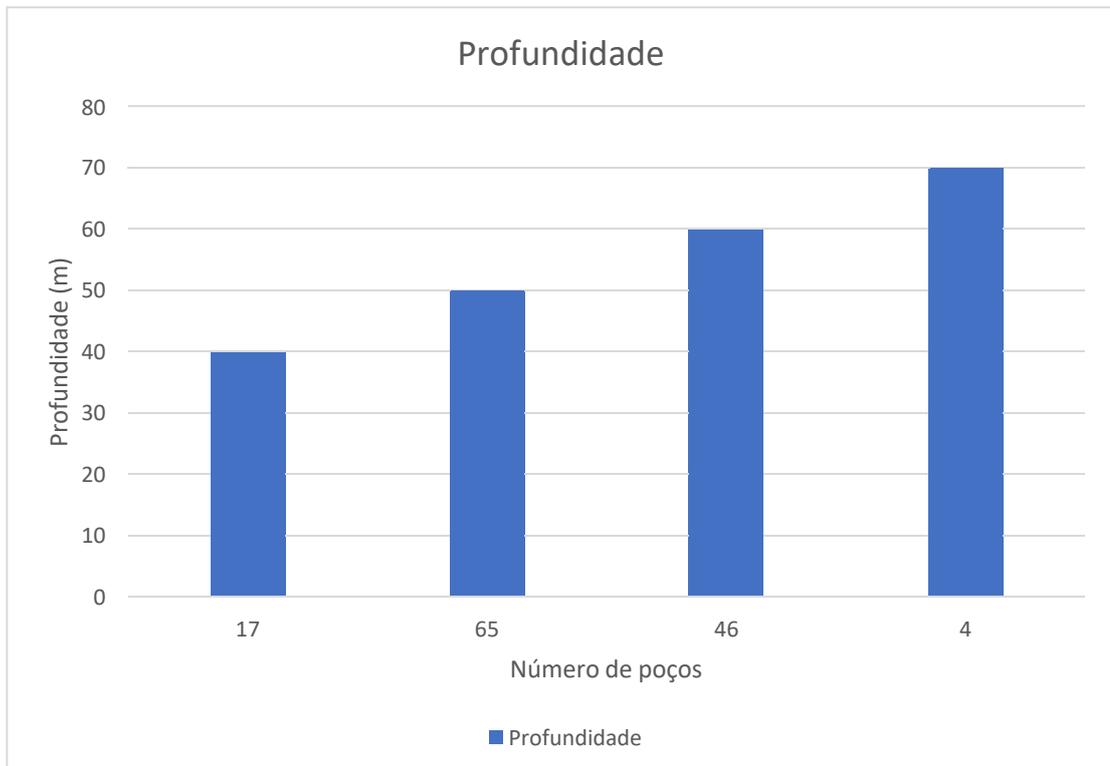
Fonte: Autor (2023).

Os resultados mostram que as profundidades mais comuns dos poços variam entre 50m e 60m, representando 91 poços, o que corresponde a 68,9% do total de poços analisados, conforme ilustrado na figura 20.

Esses dados indicam que os poços estudados atingem pouca profundidade, facilitando a exploração do Aquífero Bauru no município. No entanto, é importante destacar que a alta densidade de poços em determinadas áreas urbanas pode comprometer a produtividade dos mesmos e aumentar o risco de contaminação.

A concentração dos poços em locais específicos na zona urbana de Araguari pode comprometer a vazão dos mesmos, podendo diminuir a produtividade. Além disso, a proximidade entre eles aumenta a probabilidade de contaminação, pois a poluição em um poço pode se espalhar para os demais.

Figura 20 - Frequência da profundidade dos poços do Aquífero Bauru na área urbana de Araguari (132 dados).

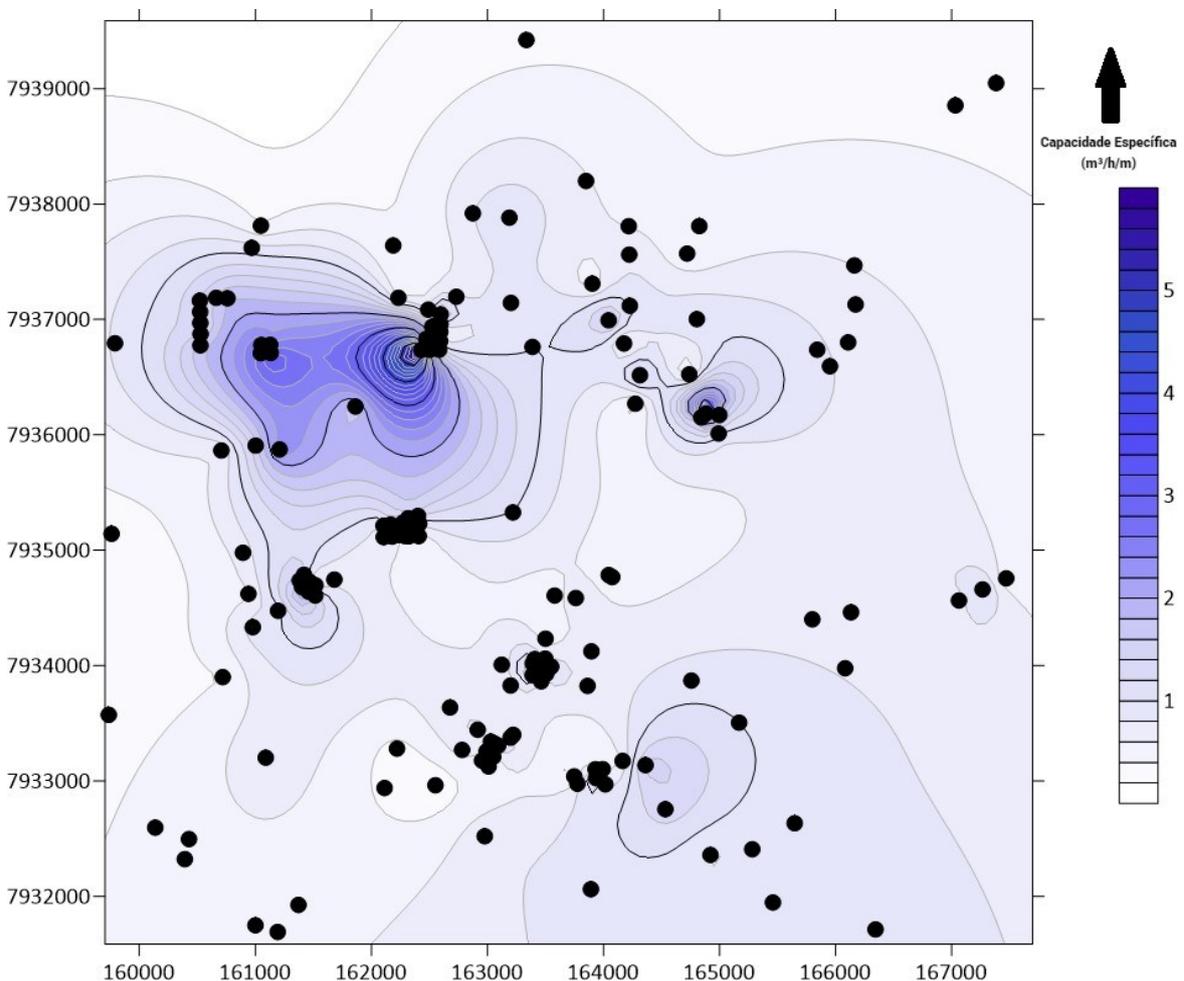


Fonte: Autor (2023).

Durante o estudo do Sistema Aquífero Bauru, foram identificadas duas áreas de alta produtividade, conforme ilustrado na figura 21. Destaca-se a importância da área de recarga localizada na nascente do córrego Amanhece, ao norte do município, bem como a região próxima ao córrego Brejo Alegre. Essas áreas se caracterizam por apresentarem valores mais elevados de capacidade específica devido à sua proximidade com a zona de recarga do aquífero. Conseqüentemente, o rebaixamento dos poços nessas regiões é menor, resultando em uma maior produtividade.

Ao analisar o mapa de produtividade gerado por meio do software Surfer, foi possível constatar que as áreas de maior capacidade específica são significativamente menores em comparação às áreas menos produtivas. Essa observação na distribuição da capacidade específica ressalta a importância de identificar e priorizar as áreas de maior potencial para o aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos.

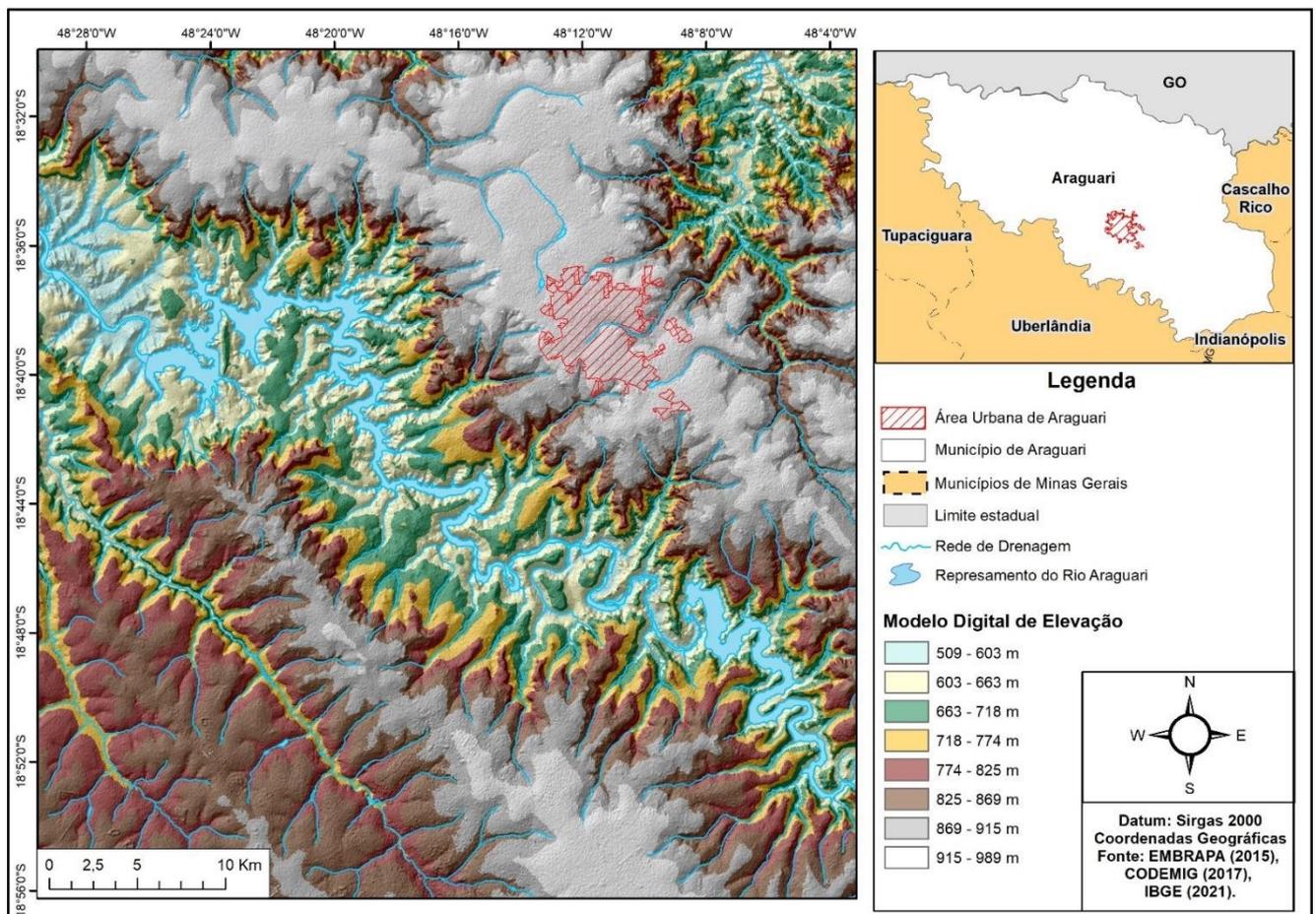
Figura 21 - Mapa de capacidade específica ( $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ ) do Sistema Aquífero Bauru da área urbana de Araguari.



Realizou-se uma análise para identificar as áreas mais favoráveis à extração de água com base na distribuição espacial das características hidrogeológicas do aquífero na região de estudo. Os locais com maior capacidade de percolação de água até o poço e com espessura saturada mais significativa foram identificados como os pontos ideais para perfuração.

Concluiu-se que as regiões planas (Figura 22) localizadas ao norte e noroeste da cidade são altamente propícias para a extração de grandes volumes de água nos poços. Essas áreas estão consistentes com aquelas que apresentam as maiores vazões extraídas e são caracterizadas pela presença de um maior número de poços.

Figura 22 - Mapa Topográfico da região de estudo.



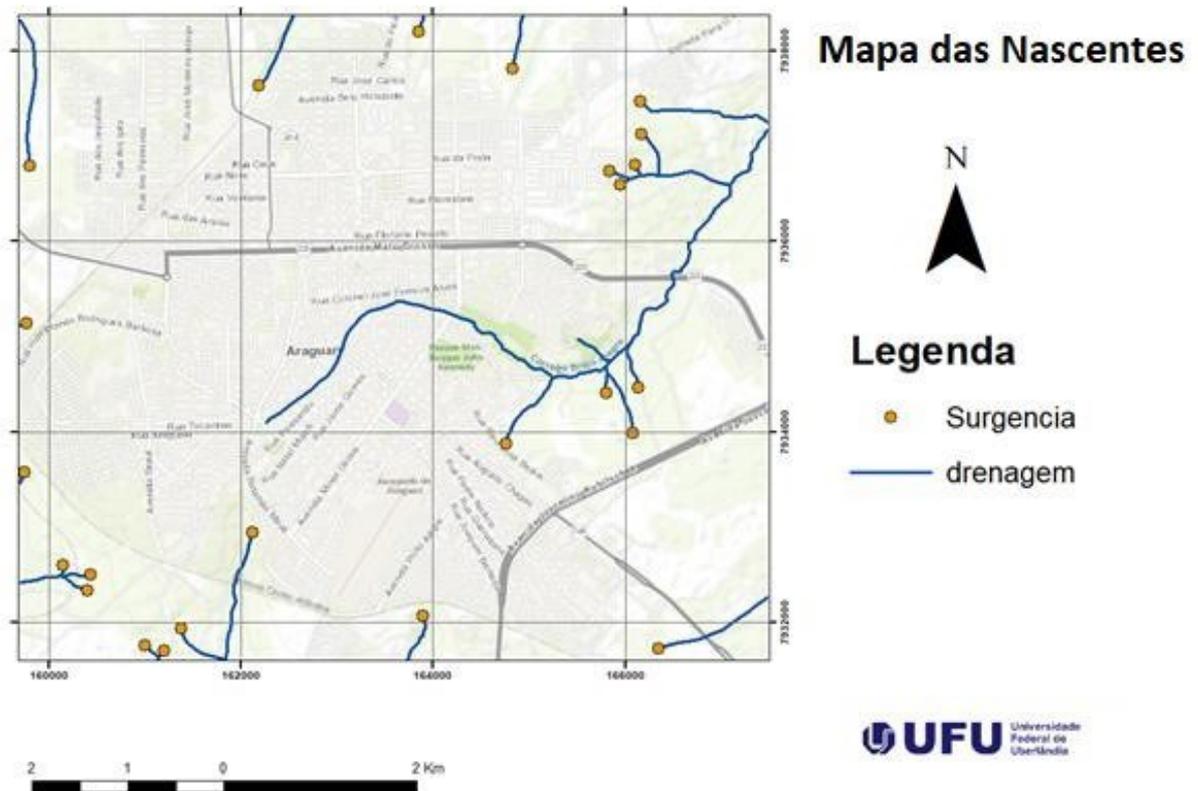
Fonte: Autor.

O mapa potenciométrico foi elaborado a partir de dados do Nível Estático (N.E.) dos poços fornecidos pela SAE. Essa representação é útil para definir o sentido do fluxo da água subterrânea. Também foram delimitados pontos de nascentes (Figura 23) onde foram inferidos para deixar o mapa potenciométrico mais refinado, tendo em vista que os poços não estavam muito bem distribuídos ao longo da área de estudo (tabela 2).

Tabela 2 - Tabela de nascentes no perímetro urbano do município de Araguari.

<b>Surgência</b>	<b>UTM</b>		<b>Altitude</b>
SURG 01	162113,21	7932940	899,76
SURG 02	161192,293	7931692	881,38
SURG 03	161000,346	7931750	879,23
SURG 04	160392,123	7932323	889,96
SURG 05	160427,885	7932497	888,96
SURG 06	160137,097	7932597	887,60
SURG 07	159760,624	7935142	943,46
SURG 08	159790,258	7936793	934,77
SURG 09	162187,624	7937641	936,00
SURG 10	163849,055	7938200	909,31
SURG 11	163334,985	7939421	936,53
SURG 12	164825,025	7937808	913,13
SURG 13	167382,757	7939048	855,22
SURG 14	167031,751	7938855	839,62
SURG 15	166161,343	7937468	906,25
SURG 16	166171,926	7937129	915,81
SURG 17	165841,407	7936738	912,28
SURG 18	165951,005	7936594	900,90
SURG 19	166107,639	7936801	901,83
SURG 20	166081,816	7933977	904,00
SURG 21	164756,48	7933871	910,64
SURG 22	163890,986	7932063	903,45
SURG 23	166343,58	7931714	924,61
SURG 24	165799,2	7934401	889,62
SURG 25	166132,179	7934462	893,28
SURG 26	159736,551	7933573	915,75
SURG 27	161371,124	7931927	902,62

Figura 23 - Localização das nascentes.



Fonte: Autor (2023).

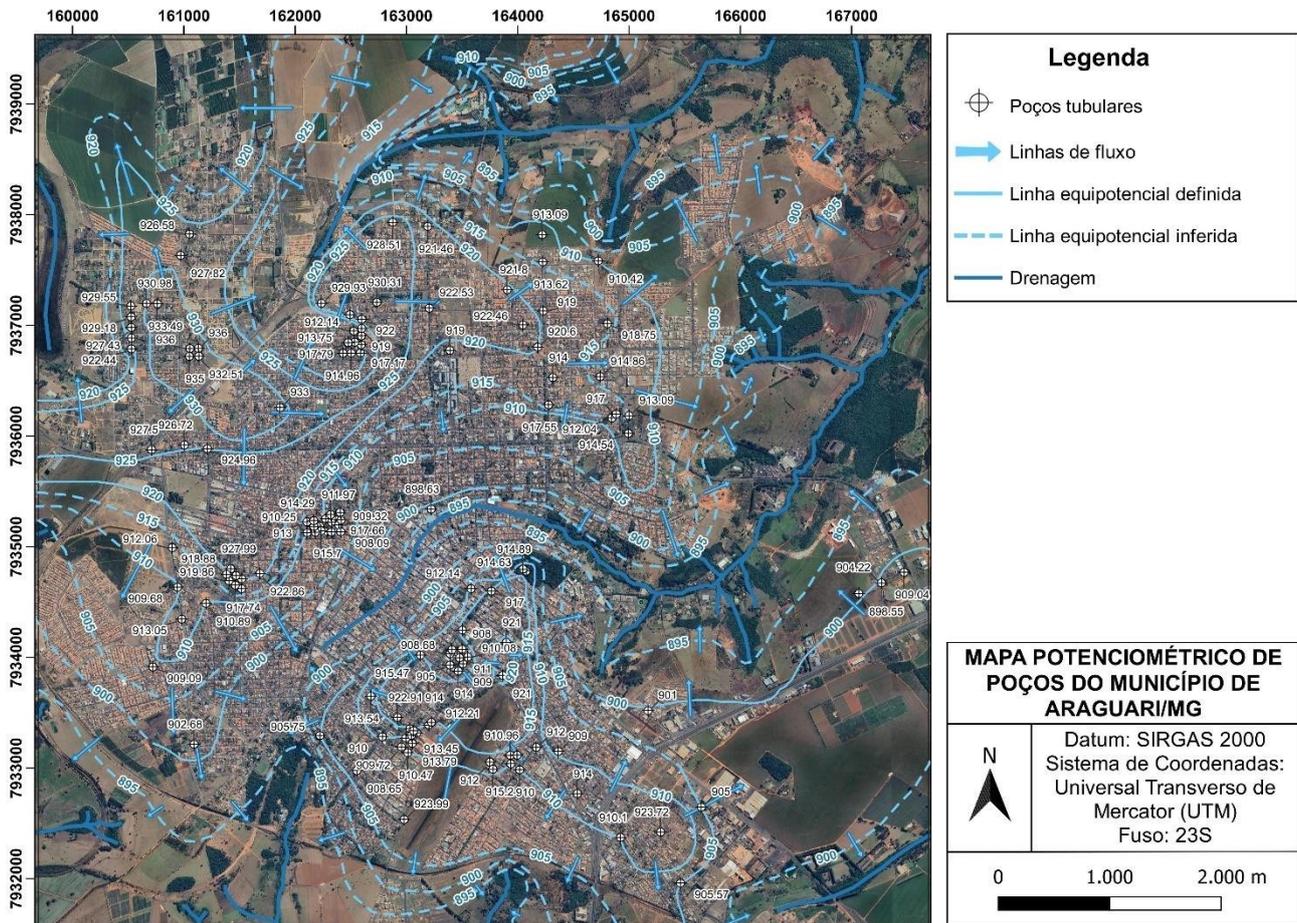
A área em torno do córrego Brejo Alegre, especificamente ao longo da Avenida Coronel Teodolino Pereira de Araújo, é caracterizada pela menor profundidade do lençol freático. Essa área corresponde ao principal canal de escoamento de água da cidade. Essa condição indica que o nível da água subterrânea está mais acessível, aumentando a vulnerabilidade a contaminação do aquífero.

Além disso, a área em questão apresenta intensa ocupação urbana e concentração de indústrias, que podem resultar na contaminação do lençol freático por substâncias químicas e poluentes, representando uma ameaça tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente.

Portanto, a pouca profundidade do lençol freático e a presença de indústrias e ocupação intensa na área cria um cenário preocupante de poluição hídrica no município. É necessário adotar medidas de controle, monitoramento e prevenção da

poluição, pensando em proteger e preservar a qualidade da água subterrânea nessa região.

Figura 24 - Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Bauru na área urbana de Araguari.



Fonte: Autor (2023).

Na região noroeste (Figura 24), é possível observar que o nível da água está mais próximo da superfície, o que está relacionado com os locais onde o aquífero apresenta as maiores taxas de produção nos poços. Isso indica uma espessura saturada maior nessa área, indicando uma maior quantidade de água disponível.

Por outro lado, na bateria de poços do Estadual, embora os poços apresentem um pequeno rebaixamento, devido à grande quantidade e proximidade dos poços nessa área, a vazão individual de cada poço acaba sendo reduzida. Isso resulta na

formação de um cone de rebaixamento mais extenso horizontalmente, com uma capacidade específica menor dos poços.

Essas características são importantes de serem consideradas na gestão dos recursos hídricos subterrâneos da região. A pequena profundidade do nível da água na região noroeste indica uma maior disponibilidade de água, o que pode ser explorado de forma sustentável para atender às demandas locais.

No entanto, na bateria de poços do Estadual, é necessário adotar medidas adequadas de manejo e controle da extração de água. A baixa capacidade específica dos poços nessa área requer um gerenciamento para evitar a sobrecarga e o esgotamento do aquífero.

## **7 CONCLUSÃO**

Com base nos dados coletados, verificou-se que a profundidade média do nível estático do aquífero é de 24,30 metros, enquanto o nível dinâmico médio é de 43,93 metros. Esses valores indicam um rebaixamento médio de 19,62 metros, revelando a importância de se compreender o comportamento hidrogeológico da região.

Ao analisar as vazões dos poços, constatou-se que a maioria dos poços apresenta vazões na faixa de 10m<sup>3</sup>/h a 20m<sup>3</sup>/h, totalizando 60 poços ou 79,2% do total. No entanto, também foram identificados poços com maiores vazões, localizados na região noroeste da cidade, com valores entre 40 e 60 m<sup>3</sup>/h. Esses poços de maior vazão são de extrema importância para o suprimento de água na região.

No entanto, a concentração dos poços em áreas específicas da zona urbana de Araguari pode comprometer a vazão e a produtividade desses recursos hídricos subterrâneos. Além disso, a proximidade entre os poços aumenta o risco de contaminação, uma vez que a poluição em um poço pode se propagar para os demais. Esses aspectos ressaltam a necessidade de uma melhor gestão e delimitação dos perímetros de proteção de poços na área urbana de Araguari, visando à proteção dos recursos hídricos subterrâneos e garantindo a disponibilidade sustentável de água para a população.

Outro ponto relevante é a facilidade de acesso à extração de água subterrânea na região de Araguari, especialmente para a extração do Aquífero Bauru. Essa característica ressalta a importância de se estabelecer medidas adequadas de gestão e controle desses recursos, a fim de evitar o esgotamento e garantir a sustentabilidade do uso da água subterrânea na região.

Por fim, a utilização de imagens de satélite para elaboração do mapa potenciométrico no estudo demonstrou ser uma ferramenta altamente eficaz, fornecendo resultados praticamente idênticos em comparação com a utilização do GPS. Essa constatação reforça a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos, corroborando com outros estudos realizados na região e fortalecendo as informações hidrogeológicas disponíveis.

Diante dessas considerações, é essencial que sejam adotadas medidas adequadas de gestão e planejamento dos recursos hídricos subterrâneos em Araguari, visando à preservação da qualidade e disponibilidade da água para as gerações presentes e futuras. Essas medidas devem incluir a delimitação precisa dos perímetros de proteção de poços, o controle das vazões e a implementação de práticas de conservação, a fim de garantir a sustentabilidade do uso dos recursos hídricos subterrâneos na região urbana de Araguari.

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS**

ABAS. - 2005 - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. [www.abas.gov](http://www.abas.gov) acessado em 07 de julho de 2023.

ALMEIDA, F. M.; HASUI, Y. - 1984 - *O Pré-Cambriano no Brasil*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher. 1984.

ALVES M.P. – 1995 - *Petrologia e Diagênese do Membro Ponta Alta, Formação Marília, Cretáceo da Bacia do Paraná, na região do Triângulo Mineiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto. 102 p. 1995.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual*. Brasília. 2019.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual*. Brasília. 2022.

ANA - Agência Nacional de Águas. *Estudos de Análise de Consistência de Dados Fluviométricos de Estações de Monitoramento da ANA em Operação nas Bacias Hidrográficas Seleccionadas*. Brasília. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. *Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba*. Brasília: ANA: COBRAPE, p. 312. 2022.

BARCELOS, J. H. - 1984 - *Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar fora do Estado de São Paulo*. Rio Claro, p. 191 (Tese de Livre Docência). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP. 1984.

BATEZELLI, A. *Análise da sedimentação cretácea no Triângulo mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. PhD Thesis, Unesp, Rio Claro, 183p. 2003.

BATEZELLI, A. *Continental systems tracts of the Brazilian Cretaceous Bauru Basin and their relationship to the tectonic and climatic evolution of South America*. Journal of South America Earth Sciences, In Press. 2015.

BERTOL, G. A. *Avaliação da recarga anual no Aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 2007.

BRASIL. Lei N° 9.433, de 08 de janeiro de 1997. *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. *Sobre o Serviço Geológico do Brasil*. 2023. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Sobre-49>>. Acesso em: 03 maio 2023.

DARDENNE, M. A. – 2000 - *The Brasília Fold Belt*. In: Tectonic evolution of South América, 2000. p. 231-263. Cordani, U. G., Milani, E. J., Thomaz Filho, D. & Campos, D. A. (Coord.). Rio de Janeiro. 2000.

DEMETRIO, G. A; CORREIA, J. C; SARAIVA A. L. *Utilização de Imagens SRTM na Confecção de Mapas Potenciométricos*. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006.

FEITOSA, F.A.C. et al. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. 3 ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, CPRM - Serviço Geológico do Brasil, LABHID, 2008. 812 p.

FERNANDES, L. A. - 1992 - *A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Parapanema (SP): os Grupos Bauru e Caiuá*. São Paulo, 129p. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. 1992.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. *Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo)*. Revista brasileira de Geociências, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2000.

FIUMARI, S. L. *Caracterização do Sistema Hidrogeológico Bauru no Município de Araguari–MG*. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Minas Gerais. 2004.

FONTENELLE, T. H.; et al. *Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil*. 2 ed. rev. ampl. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas. 2019.

FRANÇA, A. B. et al. - 1994 - *Correlação Fanerozóica na Parte Austral da América do Sul*. PETROBRÁS/NEXPAR/ YPBF, ANCAP. PETROPAR YPF SIPETROL. 1994.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. *Groundwater*. Ney Jersey: Prentice- Hall, 1979. 604 p.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Alto Rio Paranaíba*. 2020b. Disponível em:

<<http://comites.igam.mg.gov.br/comites-estaduais-mg/pn1-cbh-alto-rio-paranaiba>>. Acesso em: 10 abril 2023.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2019*. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2019.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2020*. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2020a.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2021*. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2021.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. *Gestão e situação das águas de Minas Gerais 2010*. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2010.

IRITANI, M. A. et al. *Zoneamento das Características Hidrodinâmicas (Transmissividade e Capacidade Específica) do Sistema Aquífero Bauru no Estado de São Paulo*. XI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2000.

LIMA, J. E. S.; ALMEIDA, C. S. C. *Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico sistema aquífero Bauru - Caiuá no estado de Minas Gerais, Bacia Sedimentar do Paraná*. Coleção Diagnóstico dos Aquíferos Sedimentares do Brasil, v.13. Sensoriamento Remoto, 15., Curitiba, Brasil. 2012.

MILANI, E. J.; ZALÁN, P. V - 1999 - *An outline of The Geology and Petroleum Systems of the Paleozoic interior basins of South America*. Boletim da Petrobrás episodes. Vol.22 nº 3, pp. 203-204.

MILANI, E. J.; FRANÇA, A. B. & SCHNEIDER, R. L. – 1994 – *Bacia do Paraná*. In: Boletim de Geociências PETROBRÁS. Rio de Janeiro, 8 (1): p. 69-82, jan/ mar. 1994.

MINAS GERAIS. Decreto N° 41.578, de 08 de março de 2001. *Dispõe sobre Política Estadual de Recursos Hídricos*. Assembleia legislativa do Estado de Minas Gerais, 2001.

MINAS GERAIS. Decreto N° 47.705, de 04 de setembro de 2019. *Ficam estabelecidas as normas e os procedimentos para a regularização de uso de recursos hídricos de domínio do Estado de Minas Gerais*. Assembleia legislativa do Estado de Minas Gerais, 2019.

MINAS GERAIS. Lei N° 13.199, de 29 de janeiro de 1999. *Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências*. Assembleia legislativa do Estado de Minas Gerais, 2019.

ODA H. G. et al. - 2006 -. *Aspectos Hidrogeológicos da Região de Indaiatuba SP: Avaliação Estatística Preliminar de Dados de Poços Tubulares Profundos*. XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006.

OLIVEIRA, L. A. O Sistema Aquífero Bauru na Região de Araguari/MG: parâmetros dimensionais e propostas de gestão. Dissertação de Mestrado em Geologia. Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Brasília. 2002.

RIBEIRO D.T.P. 2000. *Caracterização dos Silcretes do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru na Região do Triângulo Mineiro*. Res. Bras. Geoc., 30(40): 663-664. 2000.

SEER, H. J.; MORAES, L. C. *Geologia Regional do Triângulo Mineiro*. Belo Horizonte: Instituto de Geociências da UFMG, Projeto Triângulo Mineiro, 2017.

SILVA, G. E. B. - 2016 -. *Elaboração de mapa potenciométrico para análise do aquífero costeiro do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, porção sul da Bacia de Campos, Rio de Janeiro*. p. 110. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

SOARES, P. C. et al. *Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no estado de São Paulo: Grupo Bauru*. Revista Brasileira de Geociências, v. 10, n. 3, p. 177-185, 1980.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. *Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021*. Relatório Técnico. Divisão de Ciências da Água, UNESCO, Itália. 2021.

VELÁSQUEZ L.N.M. – 2006 - *Projeto Avaliação dos recursos hídricos do Sistema Aquífero Guarani no município de Araguari, Minas Gerais, Brasil*. 219p. Disponível em: [www.sg-guarani.org](http://www.sg-guarani.org). 2006.

VELÁSQUEZ, L. N. M. et al. *Caracterização hidrogeológica dos Aquíferos Bauru e Serra Geral e avaliação das reservas do Aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais*. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2008.

## ANEXO

Anexo 1: Tabela de poços pertencentes ao sistema de abastecimento público de Araguari e respectivos dados.

Poço	UTM		Altitude	Q (m³/h)	Prof N.E. (m)	Prof N.D. (m)	Rebaixamento (m)	Prof (m)	C.E. (m³/h/m)	Cota N.E.
P01	164074,54	7934767,04	934,63	15,00	20,00	50,00	30	60	0,50	914,63
P02	164044,87	7934784,99	934,89	15,00	20,00	50,00	30	60	0,50	914,89
P03	163760,87	7934586,00	935,00	20,00	18,00	45,00	27	55	0,74	917,00
P04	163500,14	7934233,52	937,58	15,00	20,00	50,00	30	66	0,50	917,58
P05	163199,29	7933827,98	939,00	15,00	25,00	48,00	23	55	0,65	914,00
P06	162551,64	7932963,74	931,65	8,00	23,00	55,00	32	66	0,25	908,65
P07	162976,16	7932521,90	941,99	15,00	18,00	38,00	20	45	0,75	923,99
P08	163198,56	7933375,47	942,53	20,00	28,00	52,00	24	60	0,83	914,53
P09	163221,59	7933400,50	942,21	15,00	30,00	50,00	20	60	0,75	912,21
P10	163862,45	7933824,41	941,00	20,00	20,00	48,00	28	60	0,71	921,00
P11	163895,27	7934123,58	941,00	20,00	20,00	50,00	30	61	0,67	921,00
P12	164361,72	7933137,62	939,00	30,00	30,00	50,00	20	58	1,50	909,00
P13	164532,81	7932755,89	939,00	20,00	25,00	40,00	15	51	1,33	914,00
P14	165459,58	7931947,40	935,57	20,00	30,00	50,00	20	60	1,00	905,57
P15	165646,90	7932634,07	937,00	15,00	32,00	50,00	18	60	0,83	905,00
P16	165167,88	7933505,94	931,00	20,00	30,00	50,00	20	58	1,00	901,00
P17	161680,58	7934745,85	942,86	15,00	20,00	40,00	20	55	0,75	922,86
P18	163578,57	7934607,38	932,14	15,00	20,00	50,00	30	60	0,50	912,14
P19	163219,49	7935327,44	908,63	20,00	10,00	30,00	20	45	1,00	898,63
P20	164991,40	7936011,53	939,54	20,00	25,00	45,00	20	56	1,00	914,54
P21	164997,37	7936171,70	939,09	20,00	26,00	38,00	12	40	1,67	913,09
P22	164043,78	7936992,04	942,46	40,00	20,00	45,00	25	55	1,60	922,46
P23	163387,60	7936761,82	944,00	20,00	25,00	45,00	20	55	1,00	919,00
P24	162873,96	7937919,31	943,51	20,00	15,00	40,00	25	57	0,80	928,51
P25	161002,47	7935906,52	948,72	30,00	22,00	42,00	20	55	1,50	926,72
P26	161862,08	7936245,14	948,00	50,00	15,00	45,00	30	63	1,67	933,00
P27	160759,48	7937182,73	948,49	45,00	15,00	40,00	25	55	1,80	933,49
P28	160662,56	7937187,15	945,98	40,00	15,00	40,00	25	55	1,60	930,98
P29	160526,16	7936775,29	947,44	35,00	25,00	45,00	20	55	1,75	922,44
P30	160527,32	7936873,82	946,19	30,00	18,00	40,00	22	55	1,36	928,19
P31	160525,61	7936969,21	947,43	25,00	20,00	40,00	20	55	1,25	927,43
P32	160523,90	7937064,61	947,18	40,00	18,00	45,00	27	55	1,48	929,18
P33	160522,13	7937163,08	949,55	35,00	20,00	45,00	25	55	1,40	929,55
P34	160718,66	7933900,53	937,09	8,00	28,00	48,00	20	60	0,40	909,09
P35	162677,50	7933637,05	938,54	15,00	25,00	45,00	20	55	0,75	913,54

Poço	UTM		Altitude	Q (m³/h)	Prof N.E. (m)	Prof N.D. (m)	Rebaixamento (m)	Prof (m)	C.E. (m³/h/m)	Cota N.E.
P36	162220,29	7933281,02	925,75	10,00	20,00	50,00	30	60	0,33	905,75
P37	163122,72	7934008,23	936,47	20,00	21,00	52,00	31	60	0,65	915,47
P38	164226,41	7937118,41	939,00	25,00	20,00	45,00	25	60	1,00	919,00
P39	164803,64	7937002,45	938,75	25,00	20,00	45,00	25	58	1,00	918,75
P40	164921,25	7932359,55	942,10	10,00	32,00	45,00	13	62	0,77	910,10
P41	161089,17	7933202,25	934,68	15,00	32,00	52,00	20	65	0,75	902,68
P42	164313,39	7936516,63	942,00	25,00	28,00	45,00	17	55	1,47	914,00
P43	162780,89	7933269,50	940,00	15,00	30,00	52,00	22	58	0,68	910,00
P44	164164,50	7933174,13	940,00	12,00	28,00	48,00	20	60	0,60	912,00
PSC	165281,23	7932409,04	938,75	30,00	15,03	49,37	34,34	58	0,87	923,72
PSPS	164738,76	7936524,18	938,21	6,00	23,35	40,21	16,86	48	0,36	914,86
PB01	163028,99	7933341,66	941,40	15,00	28,00	56,00	28	59	0,54	913,40
PB02	163091,25	7933305,83	945,00	15,00	28,00	42,00	14	61	1,07	917,00
PB03	163048,96	7933209,65	941,79	5,00	28,00	38,00	10	59	0,50	913,79
PB04	163009,38	7933125,83	940,47	8,00	30,00	48,00	18	60	0,44	910,47
PB05	162952,71	7933177,15	939,72	8,00	30,00	46,00	16	54	0,50	909,72
PB06	162992,35	7933257,89	940,80	12,00	30,00	47,00	17	55	0,71	910,80
PB07	163041,77	7933283,40	942,69	8,00	30,00	48,00	18	60	0,44	912,69
PB08	163061,59	7933323,77	943,45	8,00	30,00	48,00	18	60	0,44	913,45
Poço 3	162915,67	7933444,29	939,91	16,00	17,00	35,90	18,9	70	0,85	922,91
PC01	161517,14	7934696,75	939,76	15,00	20,00	42,00	22	60	0,68	919,76
PC02	161515,81	7934607,46	941,37	35,00	20,00	45,00	25	59	1,40	921,37
PC03	161459,47	7934640,31	939,74	45,00	22,00	45,00	23	56	1,96	917,74
PC04	161466,72	7934726,63	944,53	15,00	18,00	48,00	30	57	0,50	926,53
PC05	161418,69	7934787,33	945,99	42,00	18,00	48,00	30	64	1,40	927,99
PC06	161403,02	7934679,31	941,86	45,00	22,00	45,00	23	65	1,96	919,86
PC07	161381,44	7934737,41	941,88	32,00	23,00	48,00	25	62	1,28	918,88
PCS04	160977,90	7934333,07	942,00	22,5	28,95	53,67	24,72	67	0,91	913,05
PCS05	161195,41	7934475,50	940,35	22,5	29,46	54,82	25,36	67	0,89	910,89
PCS06	160940,44	7934621,76	941,78	12,00	32,10	52,94	20,84	58	0,58	909,68
PCS07	160892,96	7934977,99	941,56	18,7	29,50	56,60	27,1	67	0,69	912,06
PE01	163453,78	7934035,69	939,63	7,00	28,00	40,00	12	68	0,58	911,63
PE02	163497,34	7934061,09	938,00	7,00	30,00	40,00	10	55	0,70	908,00
PE04	163548,47	7933991,20	940,08	10,00	30,00	40,00	10	46	1,00	910,08
PE06	163505,57	7933928,87	941,00	5,00	32,00	36,00	4	48	1,25	909,00
PE08	163389,53	7934019,15	940,68	10,00	32,00	40,00	8	49	1,25	908,68
PE09	163406,47	7934056,39	940,44	8,00	28,00	35,00	7	51	1,14	912,44
PE10	163462,72	7933863,46	941,00	8,00	27,00	40,00	13	55	0,62	914,00
PE11	163388,41	7933917,55	938,00	15,00	33,00	43,00	10	50	1,50	905,00
PE12	163475,25	7933983,74	941,00	9,00	30,00	40,00	10	60	0,90	911,00
PF01	162273,27	7935239,75	944,29	5,00	30,00	40,00	10	47	0,50	914,29
PF02	162218,75	7935171,05	942,17	5,00	30,00	40,00	10	50	0,50	912,17

Poço	UTM		Altitude	Q (m³/h)	Prof N.E. (m)	Prof N.D. (m)	Rebaixamento (m)	Prof (m)	C.E. (m³/h/m)	Cota N.E.
PF03	162326,68	7935206,84	943,56	5,00	30,00	39,00	9	51	0,56	913,56
PF06	162287,10	7935123,02	945,47	5,00	30,00	40,00	10	59	0,50	915,47
PF07	162231,20	7935131,26	945,70	7,00	30,00	46,00	16	68	0,44	915,70
PF08	162388,72	7935183,33	939,32	7,00	30,00	40,00	10	49	0,70	909,32
PF09	162322,35	7935120,57	942,43	10,00	30,00	48,00	18	67	0,56	912,43
PF10	162360,89	7935262,86	945,68	10,00	30,00	46,00	16	55	0,63	915,68
PF11	162411,36	7935229,91	941,46	8,00	30,00	40,00	10	51	0,80	911,46
PF12	162407,42	7935122,10	938,09	5,00	30,00	42,00	12	60	0,42	908,09
PF13	162316,61	7935277,46	941,97	18,00	30,00	42,00	12	51	1,50	911,97
PF14	162401,35	7935297,45	943,66	15,00	26,00	38,00	12	45	1,25	917,66
PF15	162105,34	7935113,62	940,25	5,00	30,00	36,00	6	57	0,83	910,25
PF16	162103,58	7935212,09	943,00	7,00	30,00	40,00	10	55	0,70	913,00
PF17	162178,62	7935118,00	941,60	15,00	30,00	46,00	16	51	0,94	911,60
PF18	162165,95	7935170,11	939,00	11,00	30,00	40,00	10	52	1,10	909,00
PF19	162165,01	7935222,42	941,00	11,00	32,00	40,00	8	55	1,38	909,00
PG01	163931,06	7933102,25	942,96	10,00	32,00	46,00	14	49	0,71	910,96
PG02	163992,65	7933103,35	941,95	10,00	30,00	48,00	18	57	0,56	911,95
PG03	163935,36	7933025,37	940,29	15,00	30,00	40,00	10	60	1,50	910,29
PG04	163747,32	7933040,49	940,00	5,00	28,00	42,00	14	61	0,36	912,00
PG05	163774,87	7932976,34	940,20	15,00	25,00	46,00	21	54	0,71	915,20
PG06	164015,54	7932971,39	940,00	10,00	30,00	44,00	14	52	0,71	910,00
PI01	162583,96	7936738,25	942,40	20,00	25,00	41,00	16	53	1,25	917,40
PI02	162591,44	7936812,27	944,17	20,00	27,00	46,00	19	59	1,05	917,17
PI03	162532,33	7936835,84	943,02	15,00	30,00	38,00	8	56	1,88	913,02
PI04	162501,82	7936736,79	942,96	15,00	28,00	35,00	7	54	2,14	914,96
PI05	162428,48	7936735,48	941,75	40,00	28,00	34,00	6	54	6,67	913,75
PI06	162473,71	7936831,71	941,79	30,00	24,00	36,00	12	54	2,50	917,79
PI07	162524,65	7936937,28	940,14	15,00	28,00	39,00	11	54	1,36	912,14
PI08	162592,95	7936892,33	942,63	10,00	22,00	38,00	16	54	0,63	920,63
PI09	162594,67	7936960,08	941,00	20,00	22,00	46,00	24	56	0,83	919,00
PI10	162596,12	7937043,22	942,00	25,00	20,00	33,00	13	56	1,92	922,00
PIS02	162489,74	7937084,41	943,00	23,23	15,26	48,76	33,5	60	0,69	927,74
PIS05	160706,85	7935864,28	949,00	16,74	21,50	48,03	26,53	56	0,63	927,50
PIS06	161208,48	7935873,28	949,06	32,73	24,10	37,90	13,8	58	2,37	924,96
P 5	161047,53	7937812,79	944,08	16,00	17,50	57,90	40,4	70	0,40	926,58
Poço 6	162731,32	7937196,46	946,31	17,2	16,00	37,40	21,4	70	0,80	930,31
Poço 6	162232,59	7937187,56	939,53	25,4	9,600	53,60	44	70	0,58	929,93
PP01	164842,22	7936150,48	940,04	20,00	28,00	38,00	10	46	2,00	912,04
PP02	164882,69	7936185,06	941,00	20,00	24,00	28,00	4	40	5,00	917,00
POV01	164176,46	7936791,24	940,00	15,00	19,40	52,47	33,07	60	0,45	920,60
POV02	164217,10	7937807,77	930,00	21,18	16,91	53,18	36,27	60	0,58	913,09
POV03	164221,47	7937561,59	935,22	20,00	21,60	46,82	25,22	60	0,79	913,62

Poço	UTM		Altitude	Q (m <sup>3</sup> /h)	Prof N.E. (m)	Prof N.D. (m)	Rebaixamento (m)	Prof (m)	C.E. (m <sup>3</sup> /h/m)	Cota N.E.
POV04	164273,76	7936269,67	938,85	10,29	21,30	53,18	31,88	60	0,32	917,55
POV05	163903,14	7937309,68	939,00	17,14	17,20	52,77	35,57	59	0,48	921,80
PJ01	167469,53	7934756,34	929,56	8,00	20,52	38,62	18,1	45	0,44	909,04
PJ02	167265,84	7934660,41	926,00	15,00	21,78	35,20	13,42	45	1,12	904,22
PJ03	167062,14	7934564,47	922,15	9,00	23,6	36,15	12,55	42	0,72	898,55
PS01	161127,67	7936779,92	948,00	40,00	12,00	30,00	18	44	2,22	936,00
PS02	161051,39	7936778,56	948,00	60,00	12,00	34,00	22	54	2,73	936,00
PS03	161131,87	7936709,20	947,51	60,00	15,00	34,00	19	60	3,16	932,51
PS04	161046,79	7936707,67	948,00	50,00	13,00	32,00	19	55	2,63	935,00
PP	163188,65	7937881,83	941,78	16,00	20,32	36,48	16,16	60	0,99	921,46
PVO	160968,80	7937620,53	945,35	32,73	17,53	54,61	37,08	62	0,88	927,82
POV	164720,20	7937570,44	929,12	12,00	18,70	46,82	28,12	54	0,43	910,42
POÇOIS	163201,80	7937143,29	942,18	25,71	19,65	47,82	28,17	62	0,91	922,53