



New
Engenharia



**Avaliação de Potencial Hídrico Superficial para Captação e
Potencial Hidrogeológico
Mineiros/GO**



**Porto Alegre
Janeiro, 2021.**

SOLICITANTE: Marfrig Global Foods S.A.

CNPJ nº: 03.853.896/0012-00

Rodovia GO-341, s/n

Mineiros/GO

EMPREENDIMENTO: Frigorífico – Abate de bovinos e preparação de carne e subprodutos.

Rodovia GO-341, s/n

Mineiros/GO

Avaliação do potencial hídrico para captações superficiais e do potencial hidrogeológico, elaborado pela New Engenharia Projetos Ambientais, neste ato representado pelo técnico João Pedro S. Kessler, Geólogo, CREA RS nº 233.891.

INFORMAÇÕES GERAIS

Identificação da Empresa Consultora Contratada

Razão Social: SKL SERVICOS DE ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA

Título do Estabelecimento: NEW ENGENHARIA PROJETOS AMBIENTAIS

CNPJ: 20.444.629/0001-38

Endereço: Avenida Senador Tarso Dutra, nº 565 Conj: 1610

Bairro Petrópolis/Porto Alegre - RS - CEP: 90.690-140

Fone/Fax: +55 (51) 3029-3999

E-mail: charles@newengenharia.eng.br

Registro no Cadastro Técnico Federal (IBAMA): 5015516

Representante Legal e Contato:

Nome: Charles Schimuneck **CPF nº:** 988.352380-72

Endereço: Avenida Senador Tarso Dutra, nº 565 Conj: 1610

Bairro Petrópolis/Porto Alegre - RS - CEP:90.690-140

Fone/Fax: +55 (51) 99739-7020

E-mail: charles@newengenharia.eng.br

Equipe Técnica:

Título	Nome	Conselho/Registro
Título	Nome	Conselho/Registro
Eng. Ambiental	Charles Schimuneck	CREA/RS 153.848
Eng. Agrícola	Raul Eugênio Leitão	CREA/RS 92.775
Eng. Ambiental e San.	Lucas Sprendor Flores	CREA/RS 227.408
Geólogo	João Pedro Sandri Kessler	CREA/RS 233.891
Geólogo	Diorles Luís dos Santos	CREA/RS 245.549
Est. Geologia	Júlia Correa dos Santos	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	4
3	AVALIAÇÃO HÍDRICA SUPERFICIAL	6
3.1	INTRODUÇÃO	6
	Hidrografia Regional.....	6
3.1.1		
3.1.1.1	Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba	6
	Hidrografia Local	9
3.1.2		
3.1.2.1	Captação superficial da unidade	10
3.2	MODELAGEM HIDROLÓGICA E REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES	13
3.2.1	Introdução	13
	Base Conceitual e Princípios.....	13
3.2.1		
3.2.1.1	Metodologias para Regionalização de Vazões de Referência.....	14
3.2.2		
3.2.2.1	Vazão Específica	14
3.2.2.2	Método Tradicional	15
3.2.2.3	Método da Curva Adimensional.....	16
3.2.2.4	Método da Conservação de Massas	16
	Origem das séries de vazões	17
3.2.3		
3.2.4	Caracterização Pluviométrica.....	21
3.2.5	Caracterização Hidrogeológica.....	24
3.2.6	Estudo do Regime das Vazões de Interesse.....	26
3.3	AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO ATRAVÉS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	33
	AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....	33
3.3.1		
3.3.1.1	Avaliação do sistema atual de abastecimento.....	36
3.3.2		
4	AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA	41
4.1	INTRODUÇÃO	41
4.2	CONTEXTO GEOLÓGICO	41
	Geologia Regional.....	41
4.2.1		
4.2.1.1	Província Paraná.....	41
4.2.1.1.1	Bacia do Paraná	42
4.2.2	Geologia Local	45
4.2.2.1	Afloramentos rochosos	45
4.3	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL.....	53
4.4	CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO.....	53
	Hidrogeologia regional	53

4.4.1		
4.4.1.1	SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SAG)	54
4.4.1.2	SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG).....	55
	Hidrogeologia local.....	57
4.4.2		
4.4.2.1	Dados de produtividade dos poços do SIAGAS	57
	Avaliação do sistema de captação atual	62
4.4.1		
4.5	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
6	EQUIPE TÉCNICA	64
6.1	COORDENAÇÃO	64
6.2	MEIO FÍSICO.....	64
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
8	ANEXOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
8.1	ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do empreendimento.....	5
Figura 2 – UGHs da bacia hidrográfica do rio Paranaíba.....	8
Figura 3 – Ponto de captação superficial no rio Verde	11
Figura 4 – Reservatórios de água tratada	11
Figura 5 – Mapa hidrográfico da área de estudo	12
Figura 6 - Disponibilidade Temporal dos Dados das Estações Fluviométricas.....	18
Figura 7 - Mapa da Localização das Estações Fluviométricas	19
Figura 8 - Pluviosidade Média Anual na Bacia Hidrográfica do Baixo Parnaíba.....	23
Figura 9 - Mapa das Hidrogeológicas da Bacia Hidrográfica do Paranaíba.....	25
Figura 10 - Classificação das Regiões Hidrologicamente Homogeneas de Acordo com a curva Adimensional.....	31
Figura 11 - Pontos de Captação Outorgados à Montante da captação da unidade	35
Figura 12 – estruturas da captação do Rio Verde	37
Figura 13 – Bombas da captação do Rio Verde.....	37
Figura 14 – Erosão da margem do curso hídrico próximo a casa de bombas.....	38
Figura 15 – Estações de tratamento de água.....	39
Figura 16 – Reservatórios de água tratada da unidade	40
Figura 17 – Corte de estrada na BR-359 com afloramento de arenitos da Formação Botucatu	46
Figura 18 – Detalhe da sobreposição de estratificações cruzadas de grande porte	46
Figura 19 – Corte de estrada com arenito estratificado fraturado	47
Figura 20 – Detalhe do arenito com estruturas de pares conjugados e camada significativamente deformada.....	47
Figura 21 – Detalhe do arenito silicificado.....	48
Figura 22 – Arenito fraturado disposto em lóbulos	48

Figura 23 – Pavimento de arenito fino.....	49
Figura 24 – Detalhe de arenito maciço a finamente estratificado.....	49
Figura 25 – Pavimento de arenito fraturado.....	50
Figura 26 – Afloramento de basalto fraturado às margens do rio Verde, demonstrando dois pacotes de derrames, um com fraturamento tabular (inferior) e colunar (superior)	51
Figura 27 – Basalto com elevado grau de fraturamento	51
Figura 28 – Mapa geológico da área de estudo e entorno	52
Figura 29 – Mapa hidrogeológico da área de estudo e poços do SIAGAS	56
Figura 30 - Distribuição espacial das vazões dos poços considerados.....	59
Figura 31 – Distribuição espacial do nível estático dos poços considerados.....	60
Figura 32 - Distribuição espacial das vazões específicas dos poços considerados	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros analisados para os períodos secos e chuvosos ..	10
Tabela 2 - Exemplo de variáveis dependentes e explicativas no método de regionalização de vazão.....	14
Tabela 3 – Estações Fluviométricas Pré-Selecionadas	20
Tabela 4 - Agrupamento Regiões Homogêneas	29
Tabela 5 - Parâmetros e Coeficientes do Ajuste	33
Tabela 6 -Volumes disponíveis para outorga no pote atual de captação.....	36
Tabela 7 - Síntese das informações dos poços cadastrados no SIAGAS	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Hidrograma de Vazões das Estações Pré-selecionadas.....	26
Gráfico 2 - Curvas de Permanência das Estações Pré-selecionadas	27
Gráfico 3 - Ajuste Potencial da Vazão Q_{95}	32

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório foi elaborado a fim de fornecer subsídios ao empreendimento de abate de bovinos e preparação de carne e subprodutos pertencente a Marfrig Global Foods S.A, inscrita no CNPJ nº 03.853.896/0012-00, situada na Rodovia GO-341, s/n, no município de Mineiros-GO, para a tomada de decisões quanto ao abastecimento hídrico da unidade.

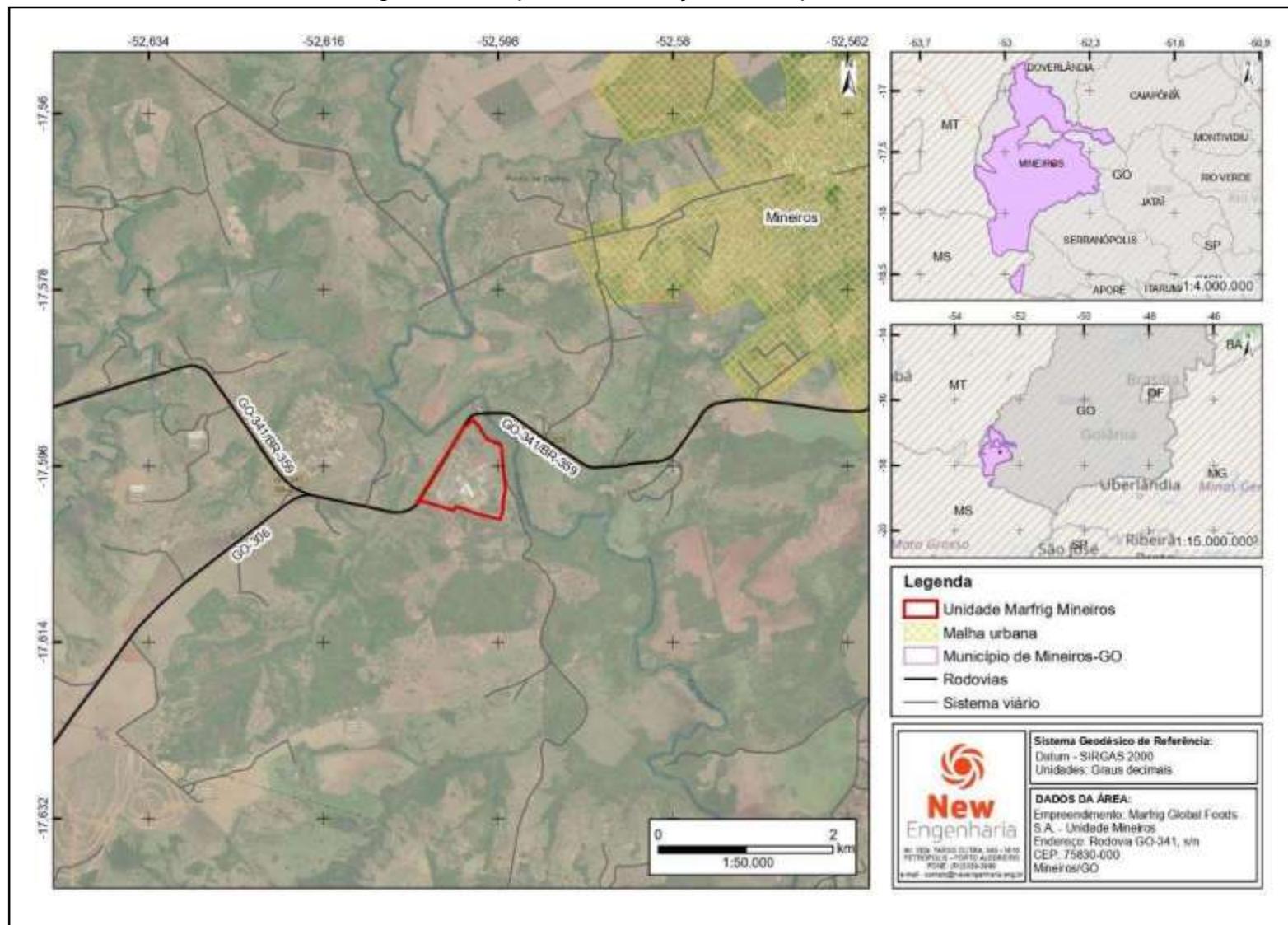
A avaliação foi elaborada através da modelagem hidrológica dos recursos hídricos superficiais para definição das vazões médias e vazões de referência dos cursos hídricos da região do empreendimento para a determinação das captações passíveis de outorga e as alternativas locais para captação. Além da avaliação dos recursos hídricos superficiais foi elaborada uma avaliação do potencial hidrogeológico regional, através de levantamentos bibliográficos, cartográficos e levantamentos de campo para indicação do potencial para captação das águas subterrâneas através de poços tubulares profundos e da qualidade das águas subterrâneas.

2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O município de Mineiros situa-se no sudoeste do estado de Goiás, região Centro-Oeste do Brasil, na Mesorregião Sul Goiano, Microrregião Sudoeste de Goiás. Tem como municípios limítrofes Santa Rita do Araguaia, Doverlândia e Portelândia integrando a porção norte, Caiapônia, Perolândia e Jataí à leste, Serranópolis e Chapadão do Céu à sul. Também à sul o município faz limite com a porção leste do estado de Mato Grosso do Sul e à oeste com o estado do Mato Grosso. Está localizado a cerca de 420 km da capital, Goiânia.

Apresenta área territorial de 9.038,775 km² (IBGE, 2019) e população estimada para 2020 de 68.154 habitantes, com densidade demográfica de 5,84 hab/km² no censo de 2010 e IDH de 0,718. (IBGE, 2010). Situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 17°34'08" Sul / Longitude: 52°33'03" Oeste, a uma altitude que varia entre 700 e 1100 metros. A área de estudo compreende a unidade frigorífica Marfrig Mineiros, situada na área rural do município, localizada na Rodovia GO, s/n, no município de Mineiros/GO, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização do empreendimento



Fonte: New Engenharia (2020).

3 AVALIAÇÃO HÍDRICA SUPERFICIAL

3.1 INTRODUÇÃO

Para a avaliação das condições dos cursos hídricos da região do empreendimento para a captação e determinação das vazões de interesse, através do método da regionalização de vazões obtidos por meio de dados de séries históricas de vazões disponibilizadas através de estações fluviométricas instaladas no curso hídrico avaliado ou na mesma bacia ou região hidrográfica. A seguir é apresentada a metodologia para obtenção das vazões e os resultados obtidos seguida da avaliação das vazões outorgáveis de acordo com a legislação estadual e federal.

3.1.1 Hidrografia Regional

No território de Goiás configuram-se três das 12 Regiões Hidrográficas do Brasil, a RH Tocantins-Araguaia à norte, a RH Paraná à sul e a RH São Francisco em uma porção limitada à leste do estado.

Nesse contexto estadual, a área de estudo encontra-se inserida na **Região Hidrográfica Paraná**, constituída pela bacia do Rio Paraná, que conta com uma área de 169.488,663 km e tem como principais cursos hídricos os rios Aporé, Sucuriú, Verde, Pardo, Ivinhema, Amambai e Iguatemi. O Rio Paraná tem como principais formadores os rios Paranaíba e Grande, no tríplice limite entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

De acordo com o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE), a área de estudo, na região sudoeste de Goiás, está inserida na porção do extremo noroeste da **sub-bacia do Rio Paranaíba**.

3.1.1.1 Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba

A bacia hidrográfica do Rio Paranaíba está localizada entre os paralelos 15° e 20° S e os meridianos 45° e 53° O e ocupa uma área de drenagem de 222,6 mil km². Está posicionada na porção central do Brasil e abrange os territórios dos estados de Goiás (63,3%), Mato Grosso do Sul (3,4%) e Minas Gerais (31,7%), além do Distrito Federal (1,6%). Abrange 197 municípios, além do Distrito Federal. No estado de Goiás, ocupa uma área de 140.832,3 km² e abrange 137 municípios. (ANA, 2015).

Juntamente com o rio Grande, o rio Paranaíba é um dos formadores do rio Paraná. Sua nascente está localizada na Serra da Mata da Corda, no município de

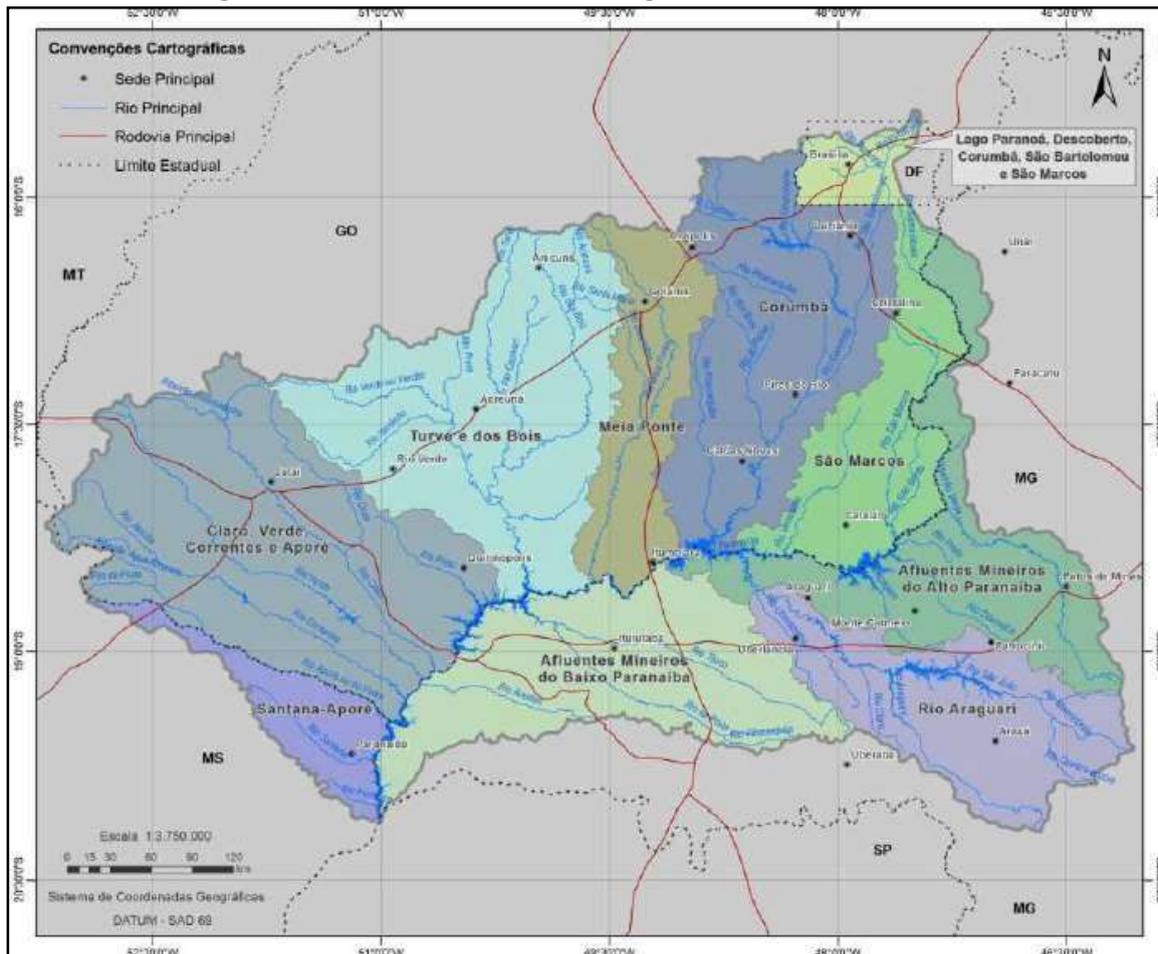
Rio Paranaíba/MG, em uma altitude de 1100 m. Percorre cerca de 250 km até tornar-se limítrofe entre os estados de Goiás e Minas Gerais, segundo até a confluência com o rio Grande, exutório da bacia, onde forma o rio Paraná. Em seu trecho final, o rio Paranaíba recebe os rios Claro, Verde e Corrente, afluentes na sua margem direita. (ANA, 2015).

No Estado de Goiás, os principais afluentes da bacia do rio Paranaíba são: rio São Marcos, rio Veríssimo, rio Corumbá, rio Meia Ponte, rio Turvo, rio dos Bois, rio Alegre, rio Claro, rio Verde, rio Corrente e rio Aporé. (ANA, 2010).

A fim de realizar a gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, foram definidas Unidades de Gestão Hídrica (UGHs). Com isso, a porção ocupada pela bacia do rio Paranaíba no estado de Goiás foi dividida em cinco UGHs: São Marcos, Corumbá; Meia Ponte; Turvo e dos Bois e Claro, Verde, Correntes e Aporé. Já para fins de planejamento e sistematização de dados, foram também definidas unidades de planejamento hídrico (UPHs), estando a área de estudo situada na **UPH Rio Correntes / Rio Verde** (Figura 5). (ANA, 2015).

Quanto à caracterização físico-biótica, segundo ANA (2015), a bacia do rio Paranaíba apresenta clima tropical quente em todas as estações do ano, com temperaturas médias mensais acima ou igual a 18°C, com inverno seco. Apresenta precipitações médias anuais em torno de 1.500 mm. Na **UGH Claro, Verde, Correntes e Aporé** (Figura 2), na qual se insere a área de estudo, a precipitação média anual fica em torno de 1.548 mm. Nos meses secos (maio a setembro) a média mensal fica inferior a 50 mm, com valores próximos a zero, e nos meses úmidos (outubro a abril), a média mensal supera 100 mm, podendo chegar a 400 mm. Essa distribuição pluviométrica anual caracteriza a existência de uma estação seca em toda a região da bacia hidrográfica, com duração entre três e quatro meses do ano (maio/junho a agosto).

Figura 2 – UGHs da bacia hidrográfica do rio Paranaíba



Fonte: ANA (2015).

A qualidade da água foi avaliada através do monitoramento dos reservatórios e cursos d'água efetuados pelo setor hidrelétrico, pelas concessionárias de abastecimento público e pelos órgãos gestores de recursos hídricos das unidades da federação (Adasa/DF, IGAM/MG, IMASUL/MS e SEMARH/GO). Os resultados foram relacionados com a classificação dos corpos hídricos estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que classifica a qualidade da água dos corpos hídricos nas classes 1, 2, 3 e 4. Os principais parâmetros analisados foram DBO, fósforo total e coliformes termotolerantes. Como resultado, observou-se que as UGHs nas proximidades de centros urbanos, como Lago Paranoá, Meia Ponte, Rio Araguari e Afliuentes Mineiros do Alto Paranaíba, onde estão inseridos os municípios de Brasília, Goiânia, Uberlândia e Patos de Minas, respectivamente, apresentaram maior número de parâmetros com valores de concentração que não atendem os limites para a Classe 2 da Resolução. As demais UGHs apresentaram, na maior parte do tempo, parâmetros com valores compatíveis para a Classe 2, indicando que as cargas

poluidoras geradas nestas UGHs conseguem ser assimiladas pelos corpos d'água. De acordo com ANA (2015), uma preocupação em toda a bacia são as concentrações de coliformes termotolerantes, as quais sistematicamente não atendem aos padrões estabelecidos para balneabilidade.

3.1.2 Hidrografia Local

No contexto local, a área de estudo encontra-se inserida na bacia do rio Verde, um dos principais afluentes do rio Paranaíba. A bacia do rio Verde está situada na divisa do município de Mineiros com Portelândia e segue traçando a linha fronteira desses dois municípios até ao sul. Possui uma área de drenagem de aproximadamente 11.768,20 km². Sua nascente apresenta o fenômeno de águas emendadas em uma vereda direcionando seu fluxo para a bacia do Paranaíba e para a bacia do Araguaia, através do rio Diamantino. (ANA, 2010).

De acordo com os dados levantados pela Agência Nacional de Águas - ANA (2015) referentes à qualidade da água, e considerando a região da área de estudo localizada junto à margem direita do rio Verde (Figura 5), os parâmetros de DBO, fósforo e coliformes termotolerantes foram medidos no período seco e no período chuvoso, a fim de analisar a variação dos resultados. Para o **Rio Verde**, nos cinco pontos de amostragem, a DBO nos dois períodos se manteve enquadrada como classe 1 (< ou = a 3). Já o fósforo se manteve com valores de classe 1 no período seco, enquanto que no período chuvoso apresentou uma piora, estando apenas o ponto mais a montante dentro dos limites de classe 1 (< ou = a 1), e os quatro outros pontos à jusante foram registrados com valores de classe 4 (> 0,15). Para o parâmetro de coliformes termotolerantes, no período seco quatro pontos se mantiveram com valores de classe 1 (< ou = 200), enquanto que um, localizado na porção média do rio, apresentou valores de classe 2 (< ou = 1000). No período chuvoso, esse parâmetro também apresentou uma piora, com três pontos com valores de classe 2, um ponto classe 3 (< ou = 2500) e apenas o ponto mais a montante classificado como classe 1. Esses dados estão sintetizados e podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros analisados para os períodos secos e chuvosos

Pontos de amostragem no Rio Verde (de montante à jusante)	DBO (mg/L)		Fósforo Total (mg/L)		Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	
	Classes segundo a Resolução CONAMA N° 357/2005 nos períodos secos e chuvosos					
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	4	2	2
3	1	1	1	4	1	2
4	1	1	1	4	1	3
5	1	1	1	4	1	2

Fonte: ANA (2015).

Segundo ANA (2015), a principal origem dos parâmetros DBO e coliformes é o efluente doméstico que apresenta regularidade de lançamento e caracteriza uma poluição pontual. Com relação ao parâmetro fósforo total, as fontes potenciais envolvem tanto os efluentes domésticos como também as atividades agropecuárias e de mineração, que estão sujeitas ao escoamento superficial, e, portanto, caracterizam uma poluição difusa.

3.2 MODELAGEM HIDROLÓGICA E REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES

3.2.1 Introdução

Para a avaliação das condições dos cursos hídricos da região do empreendimento para a captação será realizada a modelagem hidrológica para determinação das vazões de interesse através do método de regionalização de vazão através de dados de séries históricas de vazões obtidas através de estações fluviométricas instaladas no curso hídrico avaliado ou na mesma bacia ou região hidrográfica. A seguir é apresentada a metodologia para obtenção das vazões e os resultados obtidos seguida da avaliação das vazões outorgáveis de acordo com a legislação estadual e federal

3.2.1 Base Conceitual e Princípios

As vazões mínimas e curvas de permanência estão diretamente relacionadas ao conhecimento da disponibilidade hídrica, que é fundamenta na gestão de recursos hídricos para evitar conflitos e que as demandas não superem a disponibilidade para abastecimento, evitando assim efeitos danosos a viabilidade dos sistemas ambientais e riscos ao abastecimento humano e dessedentação animal. O conhecimento das vazões médias e das curvas de regularização relaciona-se ao potencial de regularização da vazão de um rio. As vazões máximas afetam diretamente a segurança da população e os empreendimentos econômicos no interior das bacias.

A regionalização de vazões consiste num conjunto de ferramentas que exploram ao máximo os dados disponíveis para estimar variáveis hidrológicas em locais sem dados ou com dados em quantidade insuficiente (Tucci 2002). Desta maneira, é possível realizar a transferências de informações relevantes de um local a outro, desde que as regiões apresentem comportamentos hidrológicos semelhantes. Os estudos de regionalização de vazões envolvem procedimentos matemáticos e estatísticos aplicados às séries de dados históricos de vazões e às características físicas e climáticas das bacias hidrográficas, tornando indispensável a utilização de sistemas computacionais.

Os dados físicos e climatológicos constituem as principais variáveis independentes ou explicativas das características das bacias hidrográficas utilizadas para o estudo de regionalização. Estes dados descritivos, físicos, climatológicos e hidrológicos cobrindo todo o território nacional são disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA) por meio do endereço eletrônico do sistema Hidro-Web.

Para realizar um estudo de regionalização de vazões é necessário definir uma região homogênea, ou seja, definir uma região que apresente comportamento similar nos processos hidrológicos na região em análise. Em uma região hidrológicamente homogênea as diversas características físicas e climáticas têm variabilidade mínima e sua delimitação depende da metodologia de regionalização escolhida. Em uma mesma área de interesse é possível definir diferentes regiões hidrológicamente homogêneas, conforme a variável de interesse, uma vez que os processos que regem, por exemplo, o comportamento das vazões máximas é diferente daqueles que determinam as vazões mínimas.

Tabela 2 - Exemplo de variáveis dependentes e explicativas no método de regionalização de vazão.

Variável Dependente	Variáveis Explicativas
Vazão média	Área da bacia e precipitação
Vazão média de cheia	Área da bacia, precipitação, declividade e comprimento do rio principal
Vazão mínima	Área da bacia e densidade de drenagem
Tempo de concentração	Comprimento, declividade e área da bacia

Fonte: Tucci (2002)

3.2.2 Metodologias para Regionalização de Vazões de Referência

3.2.2.1 Vazão Específica

Uma metodologia largamente utilizada para a determinação de vazões em locais com insuficiência de dados supõe que a proporcionalidade linear entre as áreas de uma bacia é obedecida pela vazão, em termos práticos, toma-se a vazão específica de um local mais próximo com dados e multiplica-se a vazão específica pela área sem dados. A metodologia descrita pode ser razoável se as bacias apresentarem características muito próximas, contudo muitas vezes essa metodologia é aplicada sem muito critério, pois exige uma resposta rápida em um local com ausência de dados. Isso geralmente ocorre em projetos urgentes em bacias de pequeno e médio porte, e os dados fornecidos são de grande escala, tal efeito geralmente não é levado em consideração.

A vazão média específica é dada por:

$$q = Qm/A$$

Em que q é a vazão específica $m^3/s/(km^2)$, Qm é a vazão média de longo período em m^3/s e A é a área da bacia em km^2

Esta variável apresenta pequena variação numa região quando as isoietas de precipitação média anual têm pequeno gradiente espacial, admitindo-se os outros condicionantes como uniformes. Com valores de variação de precipitação na faixa de 10% o erro não é muito significativo (Tucci, 2002).

O critério para adotar essa metodologia é com base nas homogeneidade hidrológica das bacias e na ordem de grandeza das bacias em comparação com a bacia que não se tem dados. No caso de não haver esse critério da mesma ordem de grandeza, o que muitas vezes é o que ocorre no caso de bacias pequenas (dezenas ou algumas centenas de km^2), pela falta de dados, pode se determinar as vazões específicas das regiões que possuem dados e se fazer uma média ponderada ou aritmética destas vazões e multiplica-la pela área sem dados.

De acordo com Tucci (2002), quando há grande diferença entre as áreas de contribuição das bacias, o erro pode ser significativo, principalmente para bacias menores que $50 km^2$. A tendência, no caso das vazões médias, é a subestimação da vazão, se aplicada esta metodologia a partir de vazões com grande diferença de escala.

3.2.2.2 Método Tradicional

O método tradicional emprega a análise de regressão múltipla para investigar como as variações nas variáveis independentes afetam a variação da variável dependente. As funções matemáticas que relacionam as variáveis são aplicadas utilizando artifício de transformação algébrica, que podem ser do tipo *Linear*, *Potencial*, *Exponencial*, *Logarítmico* ou *Recíproco*.

Os modelos são aplicáveis a vazão mínima, média, e máxima e curva de permanência. Para a regionalização da curva de regularização só o modelo potencial é aplicável.

A utilização da regressão linear múltipla e a estimação dos parâmetros estatísticos permitem a obtenção das equações que caracterizam o comportamento

hidrológico das bacias e a avaliação objetiva dos modelos identificando o mais adequado à situação em estudo.

3.2.2.3 Método da Curva Adimensional

Para o método da curva adimensional, as variáveis hidrológicas que podem ser regionalizadas são a vazão mínima e a vazão máxima. O método da curva é aplicado às séries de eventos extremos (máximos ou mínimos) anuais, de forma a relacioná-los a tempos de retorno, em anos.

3.2.2.4 Método da Conservação de Massas

O método da Conservação de Massas, desenvolvido por Pereira (2004) e aperfeiçoado por Novaes (2005), fundamenta-se no pressuposto de que a vazão na foz dos afluentes da bacia hidrográfica, estimada a partir do modelo de regressão para o rio principal, é mais representativa do que a vazão obtida pontualmente para a seção considerada (Novaes, 2005). Nesse sentido, diferencia-se do método Tradicional por induzir as equações de regressão a passarem pelas vazões tanto nos pontos cujas estações estão localizadas, quanto nos pontos de deságue. São consideradas três situações:

- O rio principal formado pelos trechos unifiliares e sequenciais que englobem o maior número possível de estações;
- Afluente que possua pelo menos uma estação fluviométrica; e
- Afluente que não possua estação fluviométrica, para o qual se aplica uma equação linear simples que passe pela origem e pelo valor da vazão no ponto de deságue no rio principal.

A escolha do método regionalização restringe as variáveis que podem ser regionalizadas.

O método tradicional é aplicável às vazões mínimas, máximas e médias, bem como às curvas de regularização e de permanência. O método da curva adimensional somente pode ser aplicado às vazões mínimas e máximas. O método da conservação de massas às vazões mínimas e médias e à curva de permanência.

Dependendo da variável, algumas informações complementares passam a ser requeridas. Para a vazão mínima deverão ser informados o tempo de retorno e a

duração; para a vazão máxima o tempo de retorno; e para a curva de permanência a probabilidade de excedência da vazão no tempo.

Na aplicação do procedimento não se utiliza o método dos mínimos quadrados, mas um processo iterativo, sendo disponibilizados diversos resultados.

3.2.3 Origem das séries de vazões

Os dados fluviométricos da Bacia hidrográfica do Paranaíba foram obtidos a partir do inventário de estações da Agência Nacional de Águas (ANA), disponibilizado através do HydroWeb (BRASIL, 2013), juntamente com as suas séries históricas de vazão média diária. As áreas de drenagem foram delimitadas por meio de técnicas de geoprocessamento com auxílio do software *Quantum GIS*, utilizando a base de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução espacial de 30 metros.

As estações fluviométricas utilizadas no estudo foram todas aquelas que respeitaram os seguintes pré-requisitos:

- a) Medição de descarga líquida
- b) Dados de vazão disponíveis
- c) Registros de dados de vazão com pelo menos 5 anos de dados consecutivos.

Para avaliar a disponibilidade temporal de dados e comparar hidrogramas, foi utilizado o software Super Manejo de Dados, desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Hidrologia em Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH).



3.2.4 Caracterização Pluviométrica

A precipitação média anual a montante de cada estação fluviométrica foi calculada através das isoietas disponibilizadas pelo Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO et al., 2011), com dados de precipitação compreendidos entre 1977 a 2006. Usando a ferramenta de interpolação TOPO TO RASTER do programa ArcGIS 10.1, foi gerado um arquivo raster a partir das isolinhas.

Em 'Regionalização da Q7,10 na bacia do Taquari-Antas (RS) usando regressão simples e robusta: o problema da variável explicativa precipitação', Melati e Marcuzzo (2015) afirmam que a variável explicativa área de drenagem, sozinha, não é

adequada na geração da equação Q7,10 da área. Acrescentando a variável precipitação média anual, foram obtidos os critérios de aceitação da equação, mas esta apresentou coeficiente potencial negativo para a variável precipitação. Isto significaria que para uma mesma região, maiores valores de precipitação gerariam menor vazão e por isso a utilização da equação não é recomendada.

O trabalho ressalta a necessidade de estudos mais aprofundados para a utilização da variável explicativa precipitação na regionalização de vazões mínimas, visto que o escoamento de base está fortemente relacionado com a hidrogeologia da bacia.

A precipitação média anual oscila em torno de 1500 mm, variando entre 1100 e 2300 mm. Os meses mais secos podem apresentar menos de 50mm de média mensal, com valores próximos a zero, enquanto que os meses de chuva (outubro-abril) apresentam médias mensais que superam os 100mm, podendo alcançar 400 mm. O território do nordeste, pertencente à unidade de planejamento do Paraná, é o que apresenta os menores valores de precipitação média anual (1200 mm).

A marcante sazonalidade encontrada no Estado determina em grande medida o comportamento das demandas, principalmente das demandas agrícolas. Além dessa variabilidade temporal, existe ainda variabilidade espacial, não tão intensa e marcante, porém também influenciando nas demandas por irrigação e resultando em diferenças regionais importantes para o sistema de gestão dos recursos hídricos.

3.2.5 Caracterização Hidrogeológica

As características hidrogeológicas e hidrogeológicas das regiões que as estações fluviométricas se encontram instaladas foi um dos critérios de similaridade para o agrupamento dos postos de monitoramento.

A geologia de uma região implica em diversas características fisiográficas, como a pedologia e morfologia do terreno. Diferentes tipos de solo irão possuir espessuras e coeficientes de infiltração distintos, o que resulta na velocidade de recarga dos aquíferos e escoamento superficial das chuvas. A declividade também possui grande influência nas características das drenagens, visto que está também influenciada na recarga e descarga de aquíferos relacionada a um maior ou menor escoamento superficial.

E em suma o tipo de aquífero somado a geomorfologia vai influenciar diretamente na formação de nascentes e em suas vazões assim como na recarga de base dos cursos hídricos. Como exemplo, aquíferos muito profundos irão apresentar uma menor contribuição para a vazão de base dos cursos hídricos, tornando suas vazões mais dependentes de pluviosidade.

Tendo em vista que em períodos de estiagem, em que o aporte de vazão proveniente das chuvas é reduzida, as vazões são mantidas pela vazão das nascentes e da recarga de base, por tanto as características hidrogeológicas de uma bacia hidrográfica possuem grande influência nas vazões mínimas dos cursos hídricos, por tanto, este é um ótimo indicador regional, e de grande relevância quando se estuda as vazões mínimas de um rio, por tanto também foi utilizado como critério para o agrupamento das estações fluviométricas em regiões hidrogeológicas.

3.2.6 Estudo do Regime das Vazões de Interesse

Para avaliar os dados hidrológicos utilizou-se o software Super Manejo de Dados, desenvolvido pelo grupo de pesquisa em Hidrologia em Grande Escala (HGE) do Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH).

A curva de permanência nada mais é do que uma distribuição de frequência dos eventos acumulada, em que se determina a probabilidade de igualdade ou excedência de um determinado valor de interesse.

Para o cálculo da vazão de referência Q95 utilizou-se a metodologia apresentada por Collischonn e Dornelles (2013): através da curva de permanência.

A curva de permanência foi elaborada através de planilhas do Excel, usando a função PERCENTIL para encontrar os valores dos quantis de 1 a 99%. O percentil 5% corresponde à vazão Q95%, ou seja, a vazão que é igualada ou superada 95% do tempo.

As curvas de permanência das séries foram geradas com objetivo de se obter as vazões de referência de interesse para o estudo através do método de regionalização mais adequado.

3.2 Regionalização das Vazões

O agrupamento das estações foi feito através de análise da curva adimensional de permanência e indicadores regionais. Definiu-se três regiões homogêneas para a regionalização das vazões.

As curvas de permanência variam de acordo com as características da bacia hidrográfica na qual o local de estudo está inserido. As tendências que podem ser observadas nas curvas de permanência estão normalmente relacionadas ao tamanho da bacia e, sendo assim, a análise destas curvas para um grupo de estações não alcança resultados significantes. Apesar disso, é possível extrair importantes correlações a partir da adimensionalização das curvas de permanência das estações escolhidas. Os resultados podem auxiliar na determinação de regiões homogêneas para o estudo da regionalização de vazões (TUCCI, 2002).

As curvas adimensionais de permanência foram elaboradas dividindo as curvas pela vazão média de longo termo (Q_{mlt}) das séries de vazões das estações fluviométricas utilizadas no estudo. Alguns valores específicos de maior importância são relações da curva de permanência: RCP_{95} e que são, respectivamente, as vazões

de referência Q95% divididas por Q_{mit} . A análise das curvas adimensionais, junto destes valores de referência, contribuiu para a definição de regiões homogêneas e o consequente agrupamento de estações para a regionalização de vazões.

Outros indicadores também foram analisados buscando agrupar as estações da forma mais eficaz possível. Calculou-se, além da Q_{mit} , a vazão média de longo período por unidade de área de drenagem ($q_{mit-esp}$) para cada estação fluviométrica.

Após alguns testes iniciais de regressão e análise dos indicadores regionais, a sub-bacia foi dividida em três regiões distintas. Durante os primeiros testes pode-se distinguir diferentes comportamentos, que resultaram em uma primeira divisão em três regiões homogêneas. Comparando estas divisões com os indicadores calculados, observou-se que a configuração que se comportou de forma mais coerente é fortemente associada à RCP_{95} . A divisão foi ajustada com base neste indicador e os testes resultaram em regressões melhores.

A equação de regressão é dada em função da área de drenagem, que é uma característica física da bacia. Como citado anteriormente, a equação do tipo potência é a mais utilizada nestes casos, gerando equações do tipo:

$$Q_{calc} = a \times A^b$$

Em que Q_{calc} corresponde a vazão de referência (ex: $Q_{7,10}$, $Q_{95\%}$ e Q_{MLP}), a é o coeficiente linear da reta e b é o coeficiente angular da reta.

A partir destes resultados são definidos a e b , e conseqüentemente a equação de regionalização para cada uma das vazões de referência, Os coeficientes são definidos pelo método dos mínimos quadrados no Excel.

3.3 AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABASTECIMENTO ATRAVÉS DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

De acordo com o escopo proposto pelo estudo, buscou-se avaliar o potencial de captação superficial da unidade de maneira a atender as demandas atuais e de forma analítica, realizar um estudo de prospecção de demandas para futuras ampliações.

3.3.2 Avaliação do sistema atual de abastecimento

4 AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

4.1 INTRODUÇÃO

Este item visa caracterizar o meio hidrogeológico da região, a partir das unidades geológicas e estruturas relacionadas e dos dados disponíveis de poços, para realizar uma estimativa a respeito da disponibilidade hídrica subterrânea da área de estudo, de forma qualitativa e quantitativa.

4.2 CONTEXTO GEOLÓGICO

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

4.2.1 Geologia Regional

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

4.2.1.1 Província Paraná

A Província Paraná compreende três áreas de sedimentação distintas, separadas por profundas discordâncias, são elas: (1) Bacia do Paraná, uma área de sedimentação que primitivamente se abria para o oceano Panthalassa a oeste (MILANI E RAMOS, 1998); (2) Bacia Serra Geral, que compreende os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os derrames basálticos da Formação Serra Geral; e (3) Bacia Bauru, uma bacia intracratônica neocretácica composta pelos Grupos Bauru e Caiuá.

4.2.1.1.1 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná é uma estrutura intracratônica flexural, que abrange a região sul-sudoeste do estado de Goiás e se estende para o Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, abrangendo rochas do Paleozóico ao Cenozóico. De acordo com Gabaglia e Figueiredo (1990), a evolução da bacia foi policíclica, iniciada por uma fase de fraturamento interior do continente Gondwana, seguida de várias fases de sinéclise interior.

No estado de Goiás ocorrem unidades da Bacia do Paraná que incluem seqüências da fase de extensão continental com a formação de rifts, seguida de sedimentação associada à subsidência termal e posterior ajuste isostático. Reconheceu-se quatro ciclos de subsidência, que correspondem às Supersequências Rio Ivaí, Paraná, Gondwana I, Gondwana III (Neo-Jurássico a Eo-Cretáceo) e Bauru (Cretáceo), definidas por Milani (1997). Esses quatro ciclos correspondem a: 1) fase inicial de preenchimento de *rift* e deposição da Supersequência Rio Ivaí (Teixeira et al., 2001); 2) fase sinéclise e deposição das supersequências Paraná e Gondwana I; 3) fase de abertura do oceano Atlântico e deposição da Supersequência Gondwana III, e; 4) encerramento da evolução da bacia com a deposição da Supersequência Bauru.

Na área do empreendimento se destacam as litologias do Grupo São Bento, que compreende os arenitos e basaltos juro-cretácicos do topo da Bacia do Paraná, representado pelas formações Botucatu e Serra Geral e por diques e soleiras de diabásio. (MOREIRA et al., 2008).

4.2.1.1.1.1 Formação Corumbataí

A Formação Corumbataí compreende as rochas sedimentares da seção superior do Grupo Passa Dois. No estado de Goiás, aflora nos vales dos rios Verde, Verdão, Claro, Bom Jardim e Itiquira, e em áreas esparsas das proximidades do

Município de Mineiros, que engloba a área de estudo, e no Parque Nacional das Emas. Ocorre com espessuras variáveis, entre 20 e 100 m, mas pode-se encontrar descrições com até 334 m associado ao rio Aporé em Mato Grosso do Sul. O contato inferior com a Formação Irati, mais antiga, é concordante e, o superior com a Formação Botucatu, discordante. (MOREIRA et al., 2008).

A base da Formação Corumbataí é constituída por sequência rítmica de siltitos, argilitos e folhelhos escuros. O topo compreende siltitos arroxeados e arenitos finos a muito finos, avermelhados a róseos, lilás, cinza-esverdeados e cinza escuros com intercalações de calcário finamente estratificado (Marques et al., 1981). São frequentes níveis coquinóides silicificados e em menor quantidade oólitos silicificados e *chert*. Ocorrem estratificação plano-paralela, microestratificações cruzadas, estrutura *flaser* e gretas de contração (MARQUES et al., 1981).

A formação é considerada com idade Neopermiana, determinada a partir de restos fósseis de peixes, pelecípodes, palinomorfos, vegetais e coquinhas silicificadas com bivalves. A correlação dessa formação com as formações Teresina e Estrada Nova é guiada pela presença de três horizontes fossilíferos.

O ambiente deposicional para a Formação Corumbataí é interpretado como marinho raso com frequentes oscilações do nível do mar e períodos de estabilidade. (MARQUES et al., 1981).

De acordo com Moreira et al. (2008), essa formação aflora junto ao vale do rio Verde, no entanto em mapeamento pela área do empreendimento e entorno não foram identificadas litologias pertencentes à Formação Corumbataí.

4.2.1.1.1.2 Formação Botucatu

A Formação Botucatu compreende os arenitos eólicos do Grupo São Bento, e em Goiás aflora no sudoeste do estado, ao longo de uma faixa NE que se estende de Serranópolis até Santa Rita do Araguaia e em uma área restrita a norte de Jataí. Situa-se estratigraficamente sobre as rochas sedimentares do Grupo Passa Dois e da Formação Aquidauana, e está sotoposta aos derrames basálticos da Formação Serra Geral em contato discordante e ternal, e a Formação Cachoeirinha por discordância erosiva. (MOREIRA et al., 2008).

Na BR-364, entre Mineiros e Alto Araguaia atinge 150 m de espessura. Em subsuperfície a espessura registrada em sondagens foi de 147 m em Jataí. No Mato Grosso e Mato Grosso do Sul atinge espessuras entre 400 e 570 m.

A Formação Botucatu é constituída por arenitos vermelhos, finos a médios, por vezes silicificados, de grãos bimodais e bem classificados. Localmente podem ocorrer, na base, arenitos argilosos, mal selecionados e camadas de arenito grosso e conglomerático. Comumente ocorrem estratificações plano-paralelas, cruzadas tangenciais, planas e acanaladas, de grande porte. (MOREIRA et al., 2008).

Seu ambiente deposicional é interpretado como eólico de ambiente desértico, o que resultou em um extenso campo de dunas. Há evidências de que, em períodos efêmeros, em alguns locais coexistiram canais de drenagens e pequenos lagos, retratados em arenitos argilosos e conglomeráticos fluvio-lacustre. (MOREIRA et al., 2008).

Por estar sotoposta e eventualmente intercalada com os basaltos juro-cretácicos da Formação Serra Geral, a idade da Formação Botucatu é estimada como jurássica.

4.2.1.1.1.3 Formação Serra Geral

Caracterizada pelos derrames basálticos juro-cretácicos, a Formação Serra Geral aflora em Goiás principalmente em uma faixa com cerca de 200 km de comprimento e 100 km de largura que se estende de Itumbiara até próximo de Paraúna. De forma mais restrita, ocorre em faixas lineares nos leitos dos rios Claro, Corrente, Aporé e Verde, e em áreas reduzidas da bacia. (MOREIRA et al., 2008).

De acordo com Souza Jr. et al. (1983), a Formação Serra Geral sobrepõe-se em não-conformidade sobre rochas do Complexo Goiano, Grupo Araxá e em discordância sobre o Grupo Aquidauana e as formações Palermo, Irati e Corumbataí. Seu contato com a Formação Botucatu indica a coexistência de ambas na fase inicial do vulcanismo, evidenciada pela presença de intercalações de porções arenosas na base do pacote (*intertrap*).

Em Goiás os derrames ocorrem com uma espessura da ordem de 100 m ou mais. A formação consiste de derrames de basaltos tholeiíticos, com rochas vulcânicas riolíticas e riodacíticas subordinadas. Os basaltos sustentam relevo plano, são maciços, cinza-escuros, finos, homogêneos, por vezes amigdaloides e com disjunções colunares.

Dados radiométricos indicam que a idade principal do vulcanismo situa-se em torno de 120 a 130 Ma, no Cretáceo Inferior. Segundo Milani e Tomaz Filho (2000), o

pico do magmatismo deve ter ocorrido entre 137 e 126 Ma. Derrames precursores teriam ocorrido já no Jurássico Superior (CORDANI; VANDOROS, 1967).

4.2.2 Geologia Local

O mapa geológico da área de estudo (Figura 28) indica a ocorrência do empreendimento integralmente sobre as litologias da Formação Corumbataí, de idade Neopermiana, pertencente ao Grupo Passa Dois. Na área do empreendimento, essa formação é descrita como aflorante junto ao vale do Rio Verde, que corta a área na direção norte-sul. No entanto, não foram encontrados afloramentos dessa unidade na região do empreendimento, ficando restrito às formações Botucatu e Serra Geral.

As litologias da Formação Botucatu são encontradas em cortes de estrada e em exposições na altura do solo, enquanto que as litologias da Formação Serra Geral foram encontradas junto às margens do rio Verde.

Além da área de estudo, na região à extremo norte afloram as Formações Aquiduaana e Irati, que ocupam a porção inferior e média do Grupo Passa Dois, onde a Formação Corumbataí ocupa o topo (Figura 28). Cerca de 10 km a norte do empreendimento aflora a Formação Cachoeirinha, de idade Cenozoica, constituída por areias mal selecionadas com níveis lenticulares de cascalho e argilitos parcialmente laterizados. Nos vales de rios afloram ainda os Depósitos Aluvionares, compostos por aluviões arenosos e areno-argilosos com níveis de cascalho, de idade recente.

4.2.2.1 Afloramentos rochosos

Em inspeção de campo na área do empreendimento e em seus arredores, foram encontrados afloramentos rochosos que permitiram maior detalhamento do contexto geológico local.

Foram mapeados afloramentos da Formação Botucatu, sendo os mais expressivos ocorrendo em cortes de estrada, como o exposto na Rodovia BR-359 (Figura 17), que compreende uma sobreposição de estratificações cruzadas planares e acanaladas, juntamente com plano-paralelas, características do ambiente deposicional desértico da Formação Botucatu.

Figura 17 – Corte de estrada na BR-359 com afloramento de arenitos da Formação Botucatu



Fonte: New Engenharia (2020).

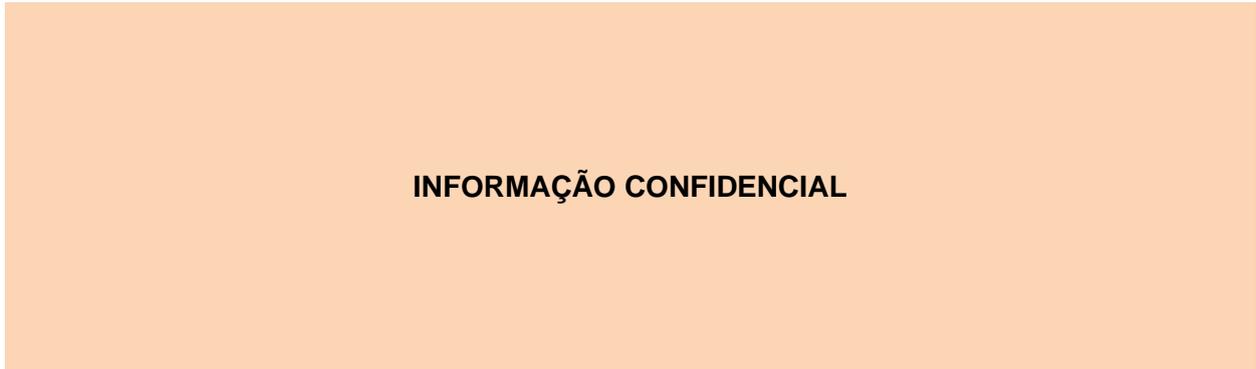
Figura 18 – Detalhe da sobreposição de estratificações cruzadas de grande porte



Fonte: New Engenharia (2020).

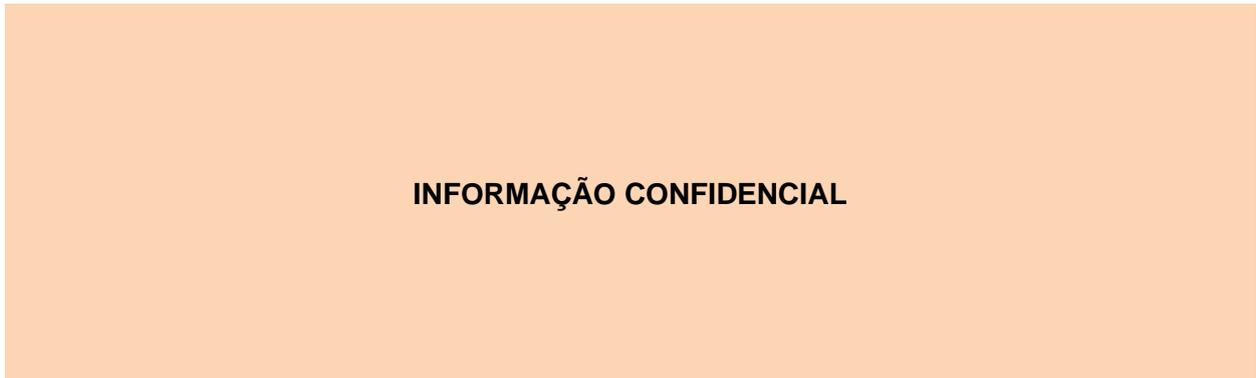
Em outro corte de estrada, localizado em uma estrada não pavimentada a sul do empreendimento (Figura 19), ocorrem pacotes de arenitos fraturados com estruturas tectônicas de pares conjugados e camadas silicificadas de coloração esbranquiçada (Figura 21). Na Figura 20, a camada de arenito silicificado mais competente ainda ocorre deformada, apresentando uma estrutura de dobra intensamente fraturada.

Figura 19 – Corte de estada com arenito estratificado fraturado



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 20 – Detalhe do arenito com estruturas de pares conjugados e camada
sificificada deformada



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 21 – Detalhe do arenito silicificado

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Fonte: New Engenharia (2020).

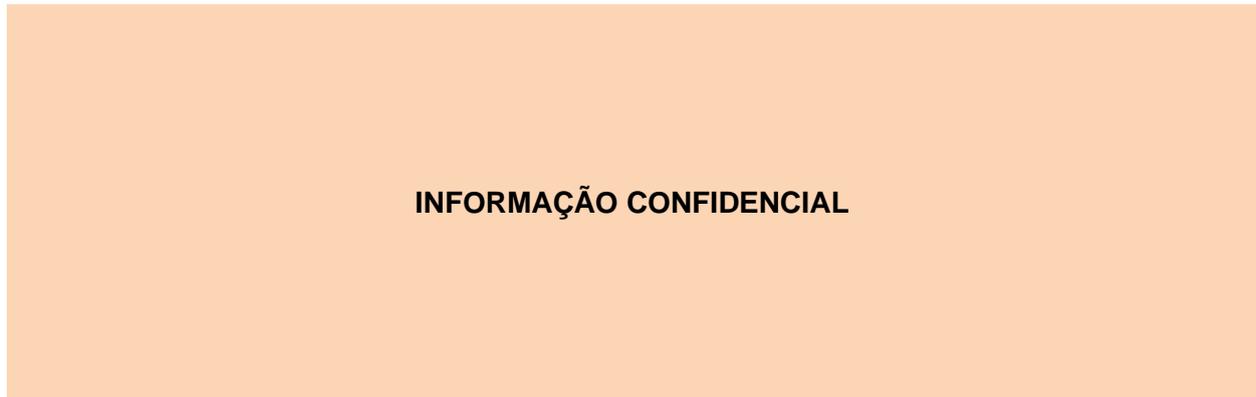
Os arenitos da Formação Botucatu também afloram junto ao empreendimento no substrato do terreno, ocorrendo na forma de lóbulos fraturados (Figura 22), em pavimentos maciços a finamente estratificados e de granulometria fina (Figura 23 e Figura 24) e em pavimentos muito fraturados (Figura 25).

Figura 22 – Arenito fraturado disposto em lóbulos

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

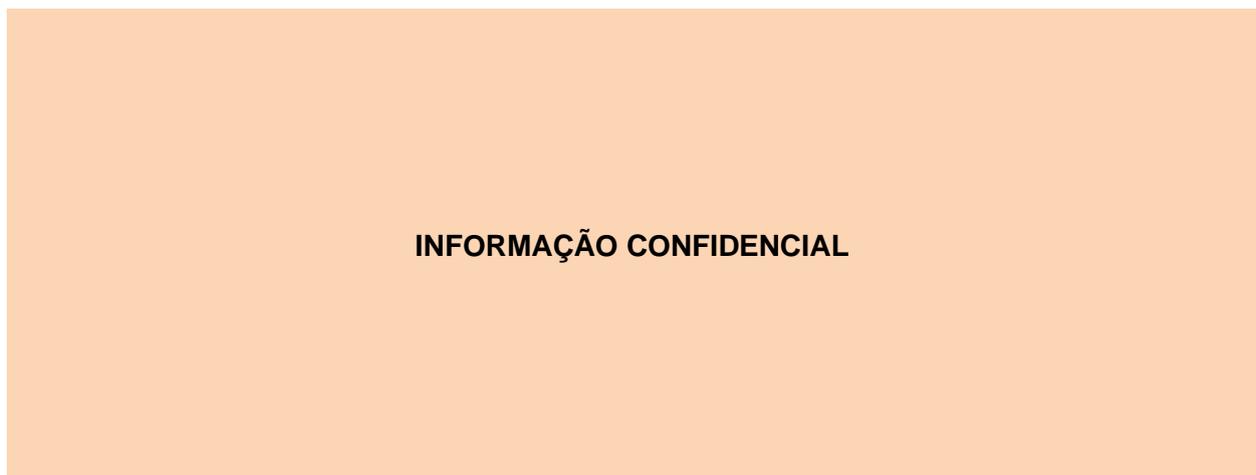
Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 23 – Pavimento de arenito fino



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 24 – Detalhe de arenito maciço a finamente estratificado



Fonte: New Engenharia (2020).

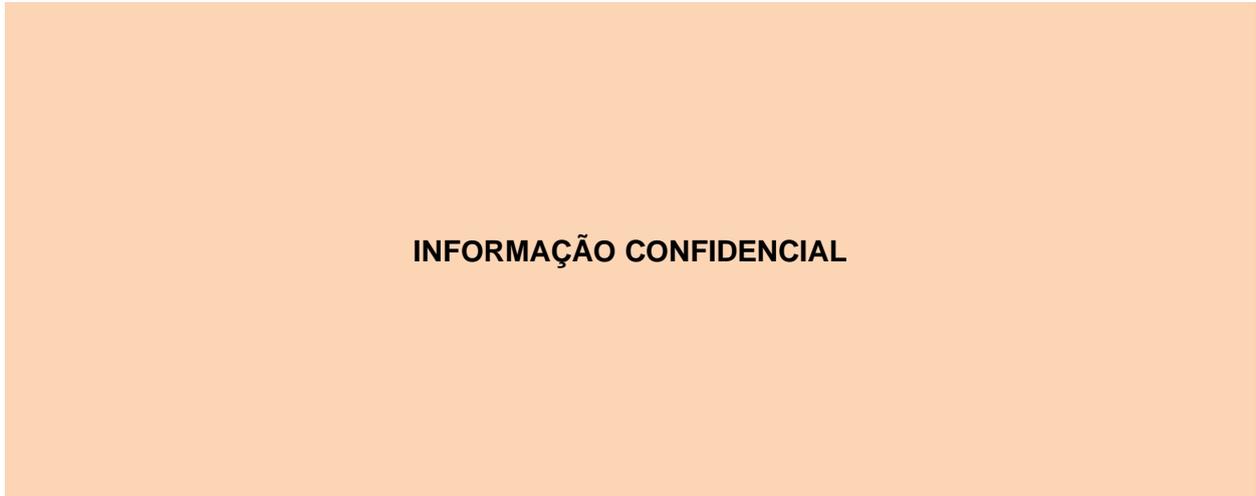
Figura 25 – Pavimento de arenito fraturado



Fonte: New Engenharia (2020).

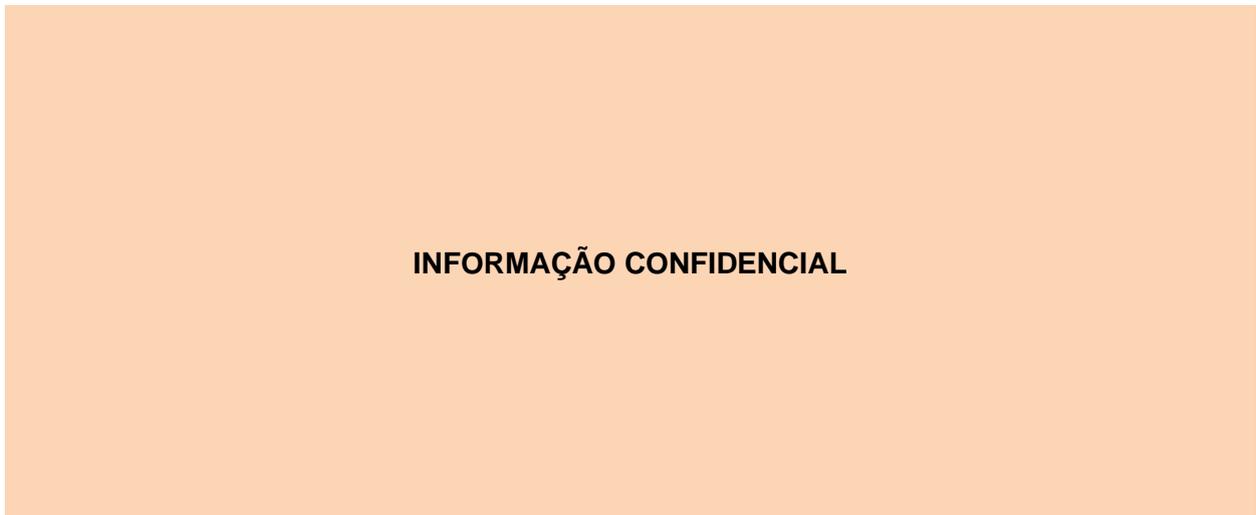
Junto às margens do rio Verde afloram basaltos identificados como pertencentes à Formação Serra Geral (Figura 26). Estes apresentam elevado faturamento e disjunção colunar em um pacote superior e disjunção tabular em um derrame inferior, conforme demonstra a fotografia de um afloramento de rochas basálticas situados próximo ao ponto de captação da unidade (Figura 29), e elevado fraturamento em alguns pontos (Figura 27).

Figura 26 – Afloramento de basalto fraturado às margens do rio Verde, demonstrando dois pacotes de derrames, um com fraturamento tabular (inferior) e colunar (superior)



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 27 – Basalto com elevado grau de fraturamento.



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 28 – Mapa geológico da área de estudo e entorno

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Fonte: Adaptado de CPRM (2008).

4.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

O mapeamento na escala 1:500.000 realizado pela CPRM (2008) indica em superfície feições que caracterizam estruturas geológicas na área de estudo. De acordo com o mapa da Figura 28, a área do empreendimento ocorre entre duas prováveis falhas ou zonas de cisalhamento de orientação NNW-SSE, com aproximadamente 10 km de comprimento. Ortogonal a essas estruturas ocorre uma falha extensional normal de orientação NE-SW, com aproximadamente 15 km de comprimento, ocorrendo à sul do empreendimento.

Na área do entorno, predominam estruturas do tipo falhas ou zonas de cisalhamento com duas orientações predominantes, NW-SE e NE-SW. Durante as atividades de campo não foram identificadas estruturas de porte regional, porém em escala local foram identificados afloramentos muito fraturados, oriundos de atividade tectônica predominantemente extensional.

4.4 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Hidrogeologia regional

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

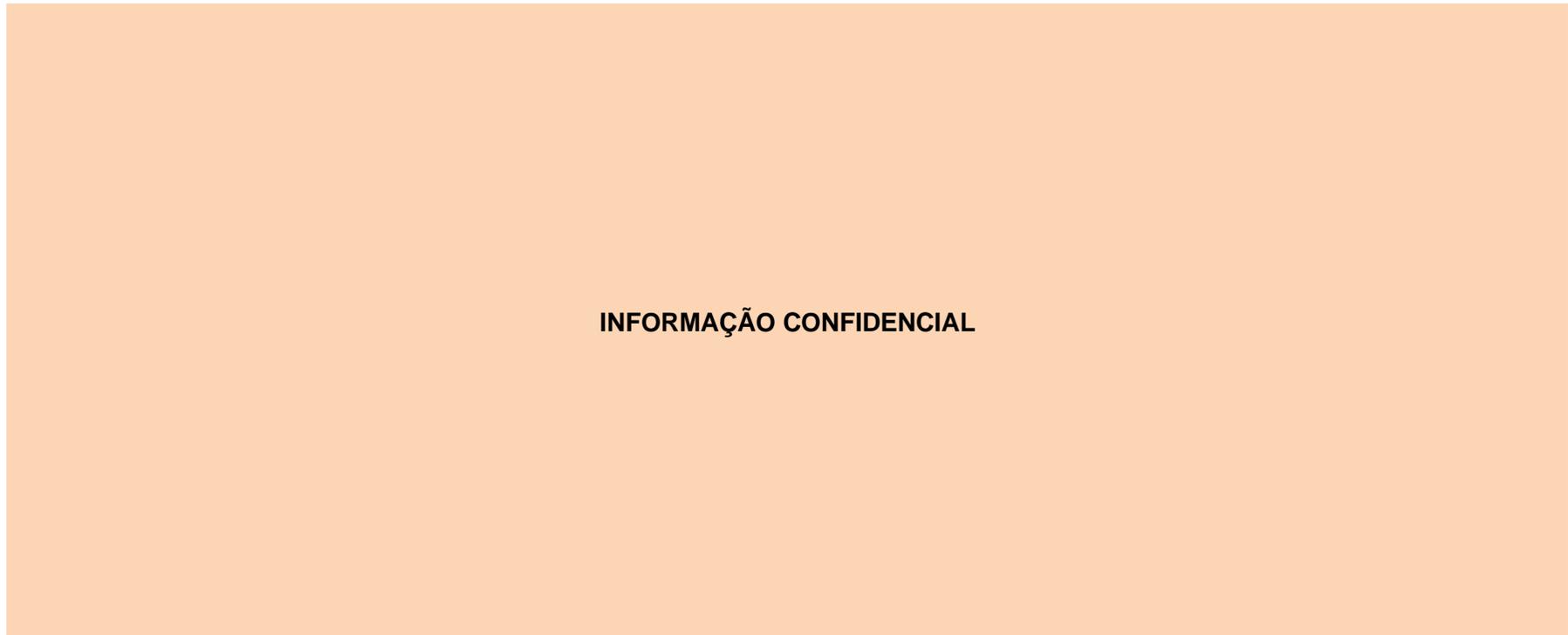
4.4.1.1 SISTEMA AQUÍFERO GUARANI (SAG)

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

4.4.1.2 SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Figura 29 – Mapa hidrogeológico da área de estudo e poços do SIAGAS



Fonte: Adaptado de CPRM (2014) e SIAGAS (2020).

4.4.2 Hidrogeologia local

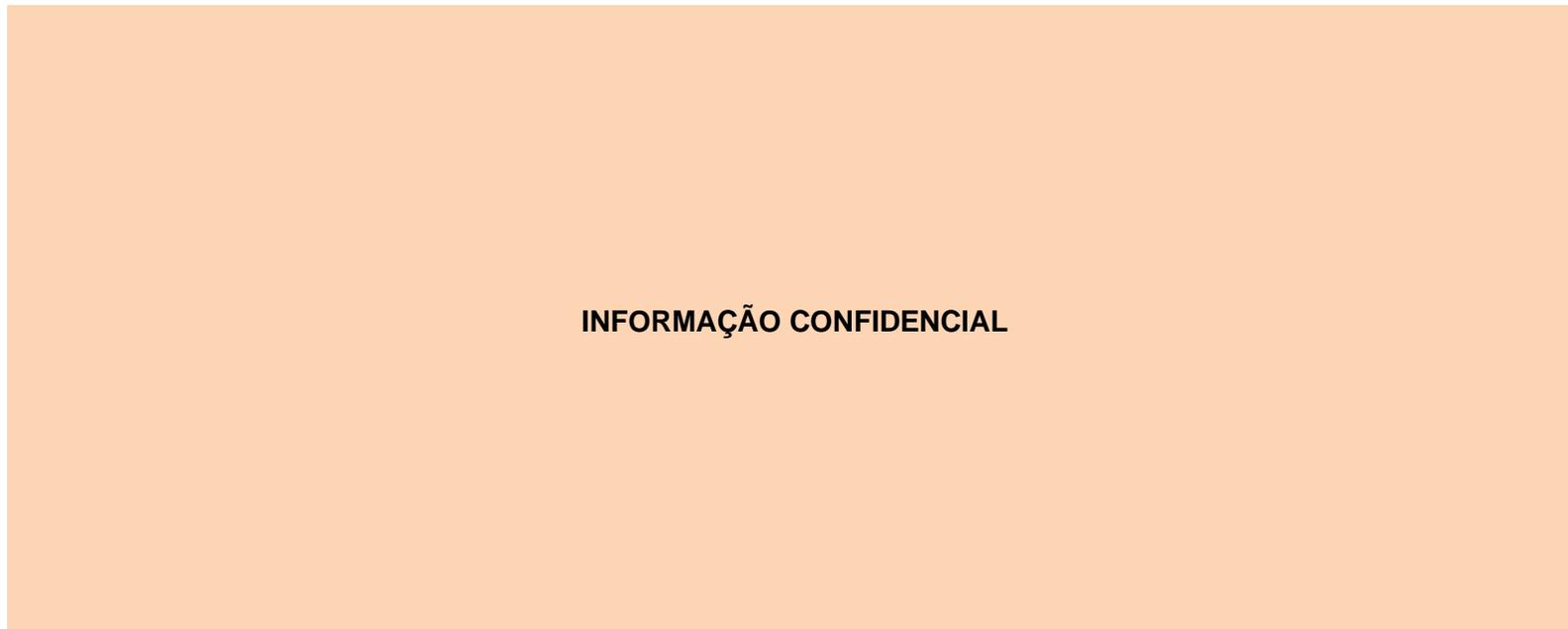
4.4.2.1 Dados de produtividade dos poços do SIAGAS

Tabela 7 - Síntese das informações dos poços cadastrados no SIAGAS

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2020).

Figura 30 - Distribuição espacial das vazões dos poços considerados



Fonte: Adaptado de SIAGAS (2020).

Figura 31 – Distribuição espacial do nível estático dos poços considerados

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2020).

Figura 32 - Distribuição espacial das vazões específicas dos poços considerados



Fonte: Adaptado de SIAGAS (2020).

4.4.1 Avaliação do sistema de captação atual

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

4.5 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

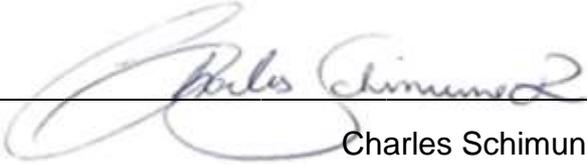
INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL

6 EQUIPE TÉCNICA

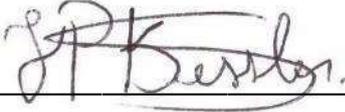
6.1 COORDENAÇÃO


Charles Schimuneck
Engenheiro Ambiental – CREA/RS 153848


Raul Eugênio Leitão
Engenheiro Agrônomo – CREA/RS 092775


Lucas Sprendor Flores
Engenheiro Ambiental e Sanitarista – CREA/SC nº 159384-0.

6.2 MEIO FÍSICO


João Pedro Sandri Kessler
Geólogo – CREA/RS nº 233.891


Diorles Luís dos Santos
Geólogo – CREA RS nº 245.549

Bruno Espinosa Tejadas

Bruno Espinosa Tejadas
Engenheiro Ambiental - CREA/RS 242.409

Júlia Corrêa dos Santos
Estagiária de Geologia

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa Hidrogeológico do Brasil: escala 1:5.000.000. CPRM, 2014.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Mapa geológico do Estado de Goiás: escala 1:500.000. CPRM, Brasil. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mineiros, GO:** Densidade demográfica: IBGE, Censo Demográfico 2010, Área territorial brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/mineiros.html>. Acesso em 11 dez. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mineiros, GO:** Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2019. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/mineiros.html>. Acesso em: 11 dez. 2020.

MARQUES, V. J. et al. **Projeto Prospeção de Carvão Energético nas bordas Norte e Oeste da Bacia do Paraná.** Áreas I, II e III., Relatório Final. Goiânia, DNPM/CPRM, 1981, v. 1. 115p.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do Gondwana sul-ocidental.** Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 1997. 255 p.

MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. **Orogenias paleozóicas no domínio sul-ocidental do Gondwana e os ciclos de subsidência da bacia do Paraná.** Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.

MILANI, E.J., THOMAZ FILHO, A. **Sedimentary Basins of South America.** In: Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A. Campos, D.A. (eds.). 2000. Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, 31st. IGC, 389-449.

SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em: 10 dez. 2020.



New
Engenharia