



**New**  
Engenharia



**AVALIAÇÃO HÍDRICA – UNIDADE DE BATAGUASSU/MS**  
**Avaliação de Potencial Hídrico Superficial e Potencial**  
**Hidrogeológico para Captações Subterrâneas.**



**Porto Alegre**  
**Janeiro, 2021.**

**SOLICITANTE: Marfrig Global Foods S.A.**

**CNPJ nº: 03.853.896/0002-20**

**Rodovia BR-267, s/n, km 35**

**Zona Rural**

**CEP: 79780-000**

**Bataguassu/MS**

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

**Rodovia BR-267, s/n, km 35**

**Zona Rural**

**CEP: 79780-000**

**Bataguassu/MS**

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:

<b>Título</b>	<b>Nome</b>	<b>Conselho/Registro</b>
<b>Título</b>	<b>Nome</b>	<b>Conselho/Registro</b>
Eng. Ambiental	Charles Schimuneck	CREA/RS 153.848
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

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>AVALIAÇÃO HÍDRICA SUPERFICIAL</b> .....	<b>6</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	6
	Hidrografia Regional.....	63.1.1
	Hidrografia Local .....	93.1.2
3.2	MODELAGEM HIDROLÓGICA E REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES .....	11
3.2.1	Introdução .....	11
	Base Conceitual e Princípios.....	113.2.1
	Metodologias para Regionalização de Vazões de Referência.....	123.2.2
	3.2.2.1 Vazão Específica .....	12
	3.2.2.2 Método Tradicional .....	13
	3.2.2.3 Método da Curva Adimensional.....	14
	3.2.2.4 Método da Conservação de Massas.....	14
	Origem das séries de vazões .....	153.2.3
	Regionalização das Vazões de Referência .....	193.2.4
3.3	AVALIAÇÃO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA CAPTAÇÃO .....	26
	Alternativa de abastecimento - Rio Pardo .....	263.3.1
	3.3.1.1 Rio Paraná .....	29
<b>4</b>	<b>AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA</b> .....	<b>30</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	30
4.2	CONTEXTO GEOLÓGICO .....	30
	Geologia Regional.....	304.2.1
	4.2.1.1 Província Paraná.....	30
	4.2.1.1.1 Bacia Bauru.....	31
	4.2.1.1.2 Grupo Caiuá.....	31
	4.2.1.2 Depósitos Sedimentares Cenozoicos .....	33
	4.2.1.2.1 Depósitos Aluvionares.....	33
	4.2.2 Geologia Local .....	33
	4.2.2.1 Afloramentos rochosos .....	33
4.3	CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL.....	35
4.4	CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO.....	35
	Hidrogeologia regional .....	354.4.1
	4.4.1.1 SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ .....	36
	4.4.1.2 SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG).....	37
	Hidrogeologia local.....	394.4.2
	4.4.2.1 Dados de produtividade .....	39
	Avaliação do sistema de captação atual .....	504.4.1
4.5	DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA .....	56
	Produtividade dos poços .....	564.5.1
	Características construtivas recomendadas para poços de captação .....	564.5.2

<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>EQUIPE TÉCNICA</b> .....	<b>58</b>
6.1	COORDENAÇÃO .....	58
6.2	MEIO FÍSICO.....	58
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>59</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>8.1</b>	<b>ANEXO I – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b> .....	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do empreendimento.....	5
Figura 2 – Localização da UPG Rio Pardo .....	7
Figura 3 – Mapa hidrográfico da área de estudo .....	10
Figura 4 - Mapa de Localização das Estações Utilizadas .....	18
Figura 5 - Alternativa Locacional de Adutora para a Unidade .....	28
Figura 6 – Mapa geológico da área de estudo e entorno .....	34
Figura 7 – Mapa hidrogeológico da área de estudo e poços do SIAGAS .....	38
Figura 8 - Distribuição espacial das vazões dos poços considerados.....	42
Figura 9 - Distribuição espacial das vazões específicas dos poços considerados .....	43
Figura 10 – Localização dos poços do empreendimento .....	44
Figura 11 – Poço 01 .....	51
Figura 12 – Detalhe das estruturas do poço 01 .....	51
Figura 13 – Poço 03 .....	52
Figura 14 - Detalhe da estrutura do Poço 03 .....	52
Figura 15 – Poço 04 .....	53
Figura 16 – Detalhe das estruturas do Poço 04 .....	53
Figura 17 – Poço 05 .....	54
Figura 18 – Detalhe das estruturas do Poço 05 .....	54
Figura 19 – Poço 06 .....	55
Figura 20 – Detalhe das estruturas do poço 06 .....	55

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas da UPG Pardo – 00MS14RP2076 .....	8
Tabela 2 - Exemplo de variáveis dependentes e explicativas no método de regionalização de vazão.....	12
Tabela 3 - Estação Utilizada para Regionalização de Vazões .....	17
Tabela 4 - Vazões de Referência das Estações .....	21
Tabela 5 - Características Físicas e Climáticas das Bacias das Estações.....	23
Tabela 6 - Ajuste e Parâmetros Estatísticos .....	25

Tabela 7 - Vazões Regionalizadas.....	25
Tabela 8 - Vazão Outorgável Para Alternativa Locacional de Captação .....	26
Tabela 9 - Síntese das informações dos poços cadastrados no SIAGAS .....	39
Tabela 10 – Informações gerais dos poços existentes no empreendimento .....	40
Tabela 11 – Descrição litológica dos poços do empreendimento .....	41
Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos dos poços tubulares do empreendimento .....	45
Tabela 13 – Vazões captadas nos poços do empreendimento .....	56

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Disponibilidade Temporal dos Dados .....	16
Gráfico 2 - Hidrogramas de Vazão.....	19
Gráfico 3 - Curvas de Permanência das Estações Utilizadas .....	20

## 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 03.853.896/0002-20, situada na Rodovia BR-267, s/n, km 35, Zona Rural, no município de Bataguassu/MS para a tomada de decisões quanto ao abastecimento hídrico da unidade em questão.

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.

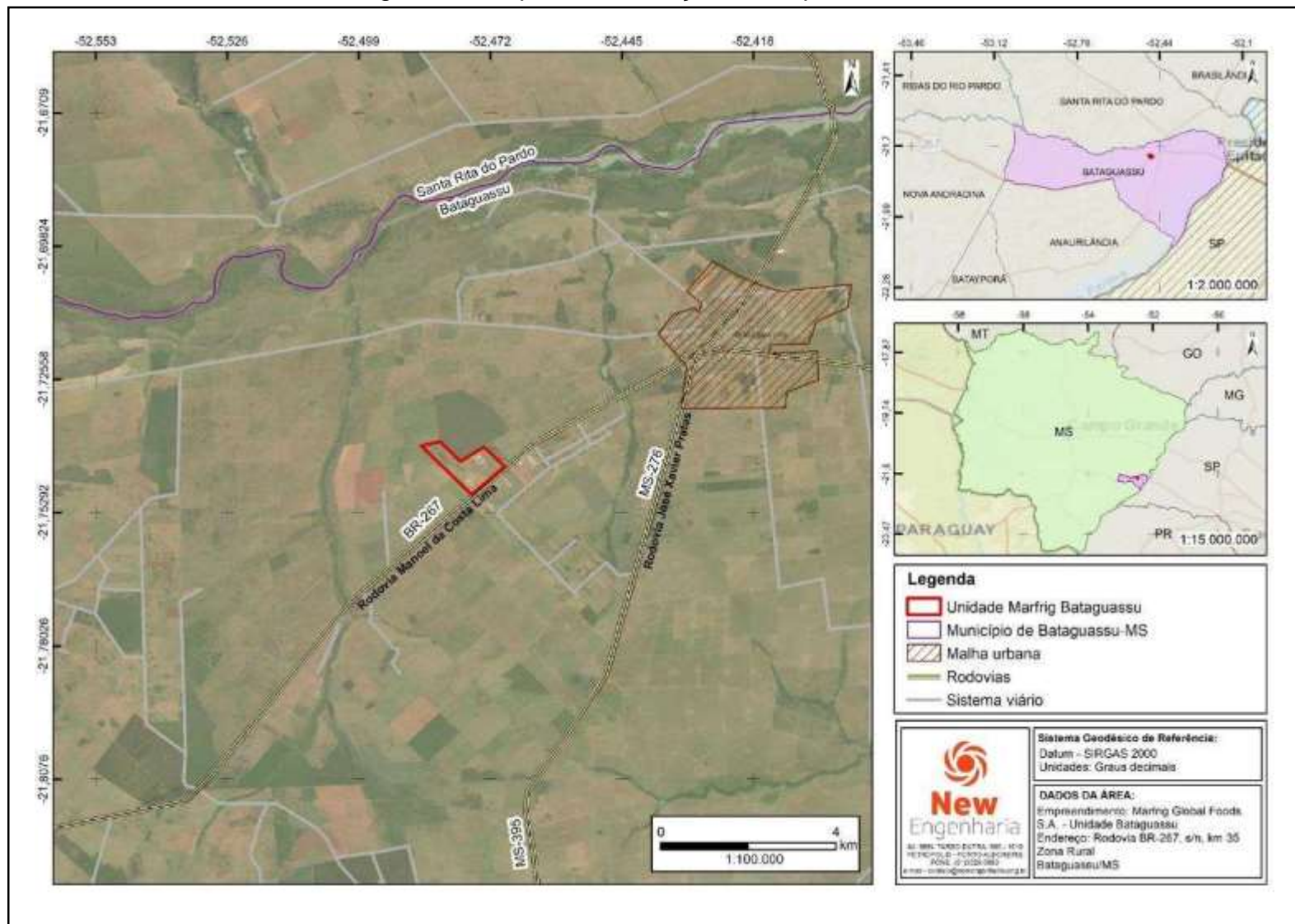
## 2 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O município de Bataguassu situa-se no estado de Mato Grosso do Sul, região Sudeste do Brasil, na Mesorregião Leste de Mato Grosso do Sul, Microrregião Nova Andradina. Tem como municípios limítrofes Santa Rita do Pardo à norte, Anaurilândia à sul, Nova Andradina à oeste e Ribas do Rio Pardo à noroeste. À leste faz divisa com o estado de São Paulo e se situa cerca de 330 km da capital, Campo Grande.

Apresenta área territorial de 2.392,476 km<sup>2</sup> (IBGE, 2019) e população estimada para 2020 de 23.325 habitantes, com densidade demográfica de 8,21 hab/km<sup>2</sup> e IDH de 0,710. (IBGE, 2010). Situa-se entre as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 21°42'50" Sul / Longitude: 52°25'19" Oeste, a uma altitude de 329 metros. A área de estudo compreende a unidade frigorífica Marfrig Bataguassu, situada na área rural do município, localizada na Rodovia BR-267, s/n, km 35, Zona Rural, no município de Bataguassu/MS, 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 será realizada a modelagem hidrológica para 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.

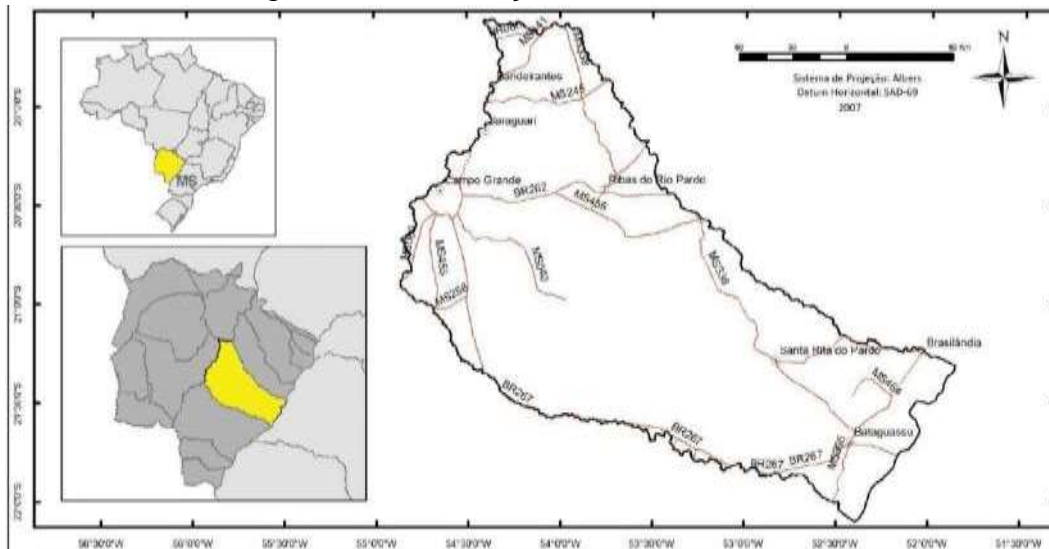
##### 3.1.1 Hidrografia Regional

No território de Mato Grosso do Sul configuram-se duas das 12 Regiões Hidrográficas do Brasil, a RH Paraguai à oeste e a RH Paraná à leste. A RH Paraguai é subdividida em seis Unidades de Planejamento e Gerenciamento (UPG), enquanto a RH Paraná é subdividida em outras nove UPGs, totalizando 15 UPGs no estado, que correspondem a cada uma das sub-bacias adotadas pelo Estado do Mato Grosso do Sul e levam o nome do seu rio principal.

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.

Uma das nove UPGs da RH Paraná corresponde a **UPG Pardo**, que compreende a sub-bacia do Rio Pardo, dentro da qual se situa a área de estudo. A contribuição dessa UPG para a Região Hidrográfica do Paraná se dá, principalmente, pela recarga de alguns dos principais rios, como Sucuriú, Verde e Pardo (SEMAC/MS, 2010). A UPG Pardo (Figura 2) ocupa uma área de 39.419,362 km<sup>2</sup>, englobando 11 municípios, dentre os quais Santa Rita do Pardo e Bataguassu estão integralmente inseridos nessa UPG. Compreende 810.964 habitantes, sendo 774.234 residentes em área urbana e 36.729 em área rural, com uma taxa de urbanização de 95,9%, e densidade demográfica de 20,57 hab/km<sup>2</sup>. (IMASUL, 2010).

Figura 2 – Localização da UPG Rio Pardo



Fonte: MENGATTO JUNIOR et al., (2014).

De acordo com IMASUL (2010), o clima na região da UPG Pardo é predominantemente tropical com inverno quente e seco, apresentando temperaturas oscilando próximas a 5°C no início do inverno e temperatura elevadas no fim da primavera. A UPG Pardo apresenta precipitações em torno de 250 a 300 mm nos meses de novembro a março e valores abaixo de 50 mm nos meses de junho, julho e agosto, evidenciando uma estação seca e grande variabilidade sazonal.

Na região leste do estado do Mato Grosso do Sul, onde se insere a área de estudo, as principais atividades econômicas caracterizam-se pela presença de indústrias para a produção de álcool e açúcar, fecularias, frigoríficos bovinos, curtumes e moageira de grãos, onde o município de Bataguassu aparece como importante para o setor da indústria. (IMASUL, 2010).

Quanto à qualidade das águas superficiais da UPG Pardo, o IMASUL realiza o monitoramento da sub-bacia a partir de 31 pontos de controle distribuídos ao longo da UPG. Um desses pontos de monitoramento está localizado no município de Bataguassu, que corresponde ao código 00MS14RP2076 e está situado junto à Estação CPRM Faz Buriti, a uma altitude de 283 metros, nas seguintes coordenadas geográficas: Latitude: -21,663333 / Longitude: -52,867500. O local está distante 76 km da foz do Rio Pardo e é enquadrado como corpo hídrico de **Classe 2**. Os resultados dos parâmetros analisados durante os monitoramentos registrados entre 2018 e 2019 se encontram na Tabela 1, onde pode-se observar que o Índice de Qualidade da Água

(IQA) variou entre 72 e 82 ao longo do período, classificando a qualidade dessas águas como boas a partir dos parâmetros analisados.

Tabela 1 - Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas da UPG Pardo – 00MS14RP2076

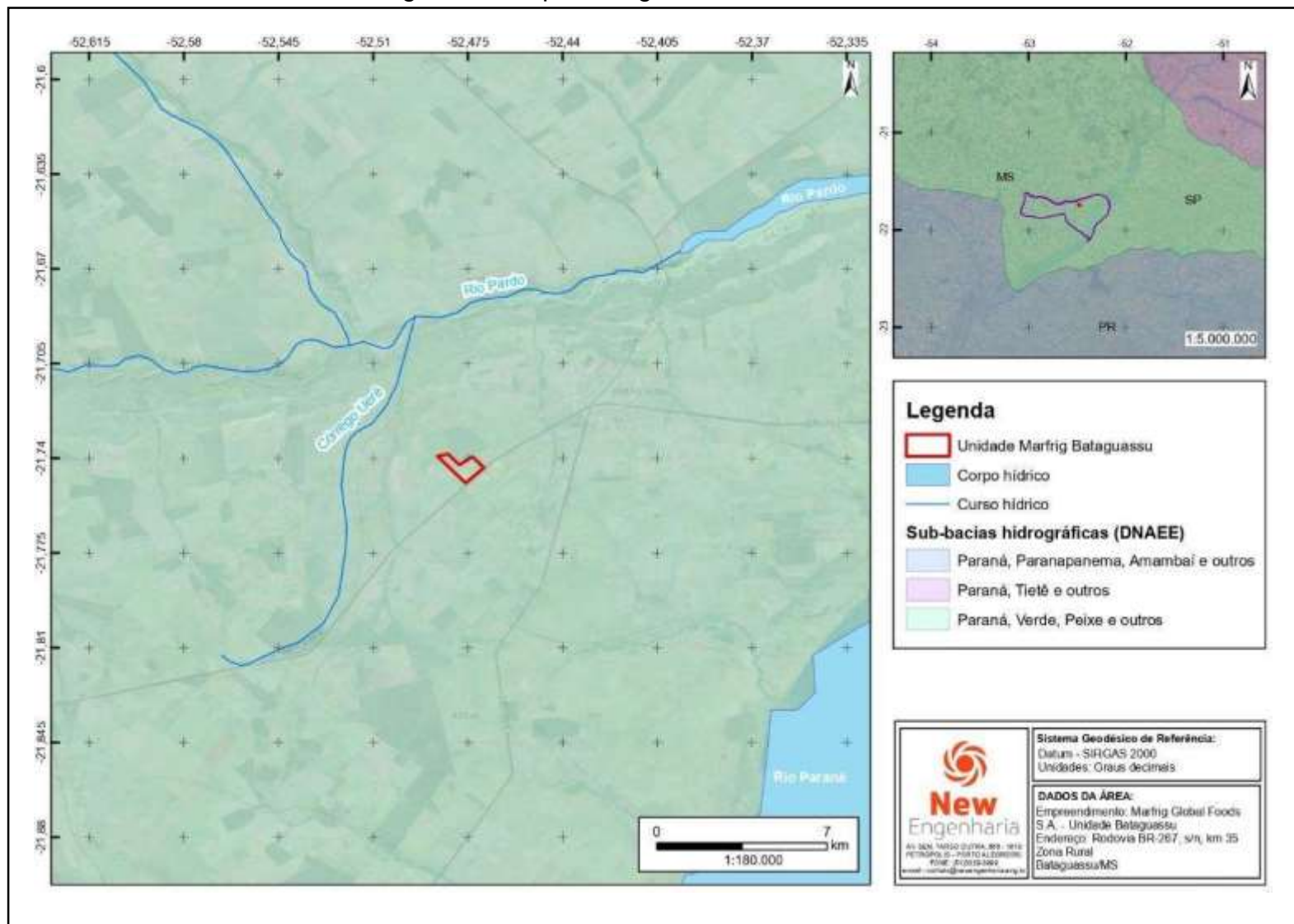
Corpo hídrico: Rio Pardo			UPG: Pardo				Ano: 2018 e 2019			
Código do local: 00MS14RP2076			Distância da foz ao local: 76 km				Altitude: 283 m			
Descrição do local: Na Estação CPRM Faz Buriti						Classe: 2				
PARÂMETRO	UNIDADE	PADRÕES CONAMA 357/05 e CECA- MS 36/12	2018				2019			
			Jan	Abr	Jul	Out	Jan	Abr	Jul	Out
			31	26	26	30	29	25	18	24
			12:30	12:50	12:57	12:15	10:08	10:37	08:25	13:39
Temperatura da água	°C	-	28	25	21	26	28	27	19	27
pH	-	6,0 a 9,0	6,9	6,9	7,2	7,0	7,2	7,7	7,3	7,2
OD	mg O <sub>2</sub> /L	≥5	6,9	7,9	8,6	7,3	7,2	7,2	8,4	7,8
DBO (5,20)	mg O <sub>2</sub> /L	5	<3	3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Coli. Termotolerantes	NMP/100 mL	1.000	490	61	78	220	78	230	110	170
Nitrogênio total	mg N/L	-	<0,20	<0,20	0,24	0,17	0,21	0,19	0,29	0,27
Fósforo total	mg P/L	0,1	<0,033	<0,033	<0,073	0,109	<0,073	<0,073	0,106	<0,073
Sólidos totais	mg/L	-	73	67	36	117	509	56	25	39
Turbidez	UNT	100	36,8	20,1	10,8	48,9	21,6	19,6	8,68	19,7
IQA		-	72	79	82	73	73	76	73	78
Chuvas (24 h)	-	-	S	N	N	N	N	N	N	N
Temperatura do ar	°C	-	26	34	25	27	27	26	14	29
Alcalinidade	mg/L	-	10	18	12	12	11	23	10	14
Cloreto Total	mgCl-/L	250	<0,3	<0,3	1,8	<0,3	0,9	<0,3	<0,3	0,3
Condutividade Elétrica	µS/cm	-	24	29	28	27	28	32	26	31
DQO	mg/L	-	*	*	*	*	<15	<15	15	19
Ortofósforo	mg P/L	-	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07
Nitrogênio Amoniacal	mg NH <sub>3</sub> - N/L	3,7 (pH ≤ 7,5) 2,0(7,5<pH≤8,0)	<0,10	<0,10	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrogênio Nitrato	mg NO <sub>3</sub> -N/L	10	0,08	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrogênio Nitrito	mg NO <sub>2</sub> -N/L	1	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Nitrogênio K. Total	mg N/L	-	<0,20	<0,20	0,18	0,11	0,15	0,13	0,23	0,21
Sólidos fixos totais	mg/L	-	53	49	30	91	198	39	11	25
Sólidos suspensos totais	mg/L	-	24	16	<6	20	462	28	10	16
Sólidos voláteis totais	mg/L	-	20	18	6	26	311	17	14	14
Sólidos dissolv. totais	mg/L	500	49	51	31	97	47	28	15	23
Cor Verdadeira	Pt/L	75	40	60	20	80	20	29	16	29

Fonte: IMASUL (2019).

### 3.1.2 Hidrografia Local

Quanto à rede hidrográfica local presente na área de estudo e entorno, pode-se perceber, de acordo com a Figura 3, que a área do empreendimento se encontra a aproximadamente 03 km da margem direita de um curso hídrico de primeira ordem denominado Córrego Uerê, afluente do Rio Pardo, que por sua vez deságua no Rio Paraná à leste da área de estudo. O Córrego Uerê se estende por cerca de 18 km entre a sua nascente, à sudoeste da área de estudo, e a sua foz, no Rio Pardo, à norte da área de estudo.

Figura 3 – Mapa hidrográfico da área de estudo



Fonte: New Engenharia (2021).

## 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 unifilares 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**

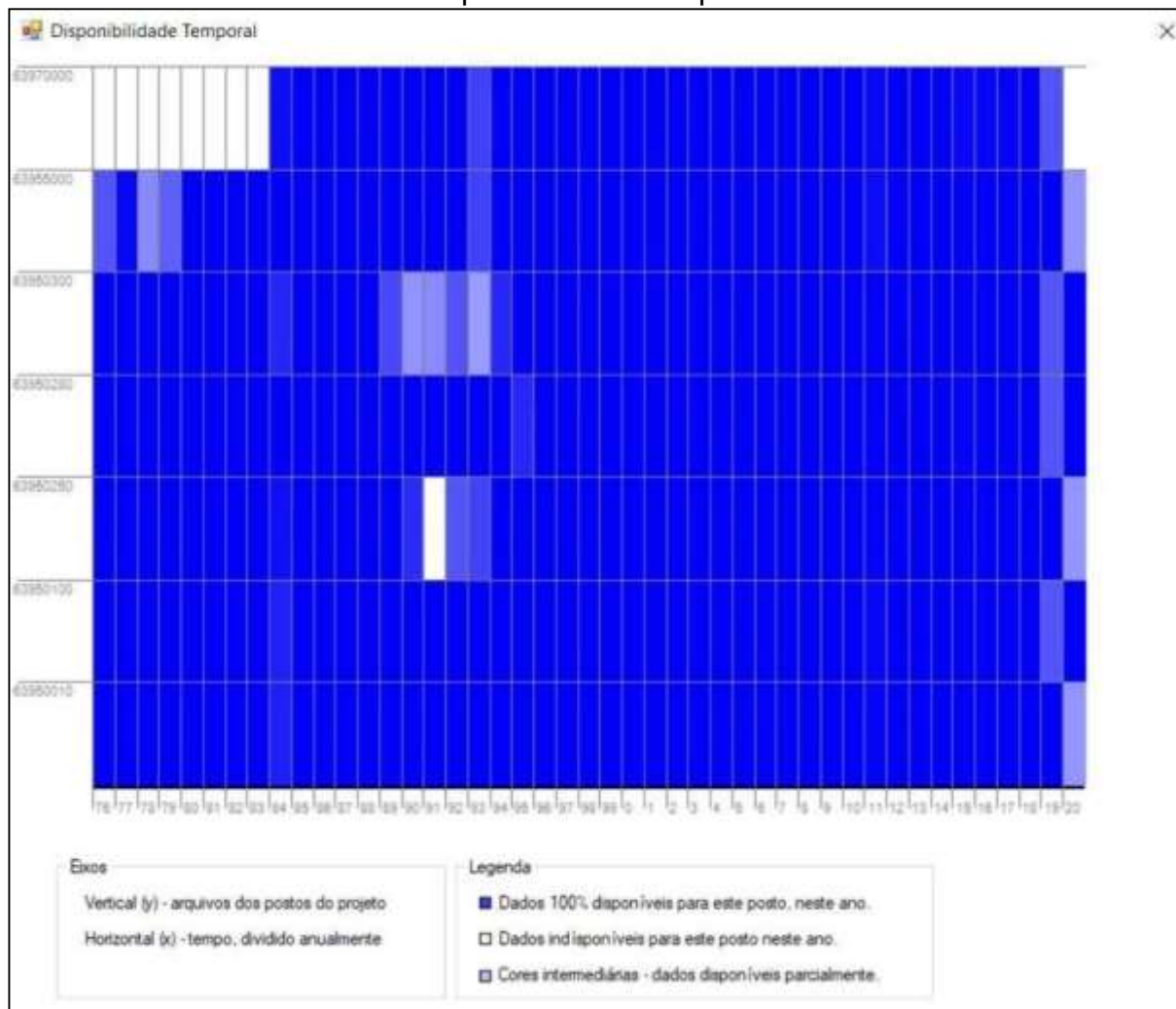
Os dados das estações de apoio utilizadas neste trabalho foram obtidos através do Portal HidroWeb da Agência Nacional das Águas (ANA), onde foi possível constatar a existência de 7 (sete) estações fluviométricas situadas relativamente próximas à unidade Marfrig do referente estudo, segundo informações do banco de dados da ANA. Todas as estações estão situadas dentro da bacia hidrográfica do Rio Pardo.

As áreas de drenagem foram delimitadas por meio de técnicas de geoprocessamento com auxílio do software *ArcGIS 10.5*, utilizando a base de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução espacial de 1 arco de segundo.

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).

A Gráfico 1 a seguir apresenta a disponibilidade temporal de dados e serve de comparativo para avaliação das séries utilizadas em detrimento das falhas. Para o estudo de regionalização, em que são geradas as curvas de permanência de cada estação, foram utilizados anos com até 3 dias de falhas. Para o cálculo das vazões médias, utilizou-se meses com até 1 dia de falha.

Gráfico 1 - Disponibilidade Temporal dos Dados



Fonte: New Engenharia (2021).

Apesar das áreas de drenagem das estações fluviométricas do banco de dados da ANA estarem consistidas, as áreas de drenagem foram delimitadas por meio de ferramentas de geoprocessamento e comparadas para posteriores análises das características físicas e climáticas das bacias. A Tabela 3 apresenta as informações referentes às estações fluviométricas utilizadas na regionalização de vazões do estudo.

Tabela 3 - Estação Utilizada para Regionalização de Vazões

Código Estação	Nome Estação	Latitude	Longitude	Nome Rio Principal	Área da Bacia ANA (km <sup>2</sup> )	Área da Bacia Delimitada (km <sup>2</sup> )	Diferença (%)
63950250	Fazenda Divisa	-21,2075	-53,955	Anhanduizinho	1460	1463,57	0,24%
63950300	Passagem Ribeirão Lontra	-21,4114	-53,6183	Ribeirão da Lontra	2590	2584,13	0,23%
63950010	Vau do Balsamo	-20,9942	-54,5072	Anhanduí	2530	2533,65	0,14%
63950100	Fazenda Ponte	-21,3044	-54,2044	Anhanduí	3830	3835,95	0,16%
63950280	Fazenda Barra Grande	-21,5728	-53,6192	Anhanduí	11100	11127,67	0,25%
63955000	Delfino Costa	-21,6097	-53,0533	Anhanduí	13600	13585,92	0,10%
63970000	Fazenda Buriti	-21,6633	-52,8675	Anhanduí	31000	31211,19	0,68%

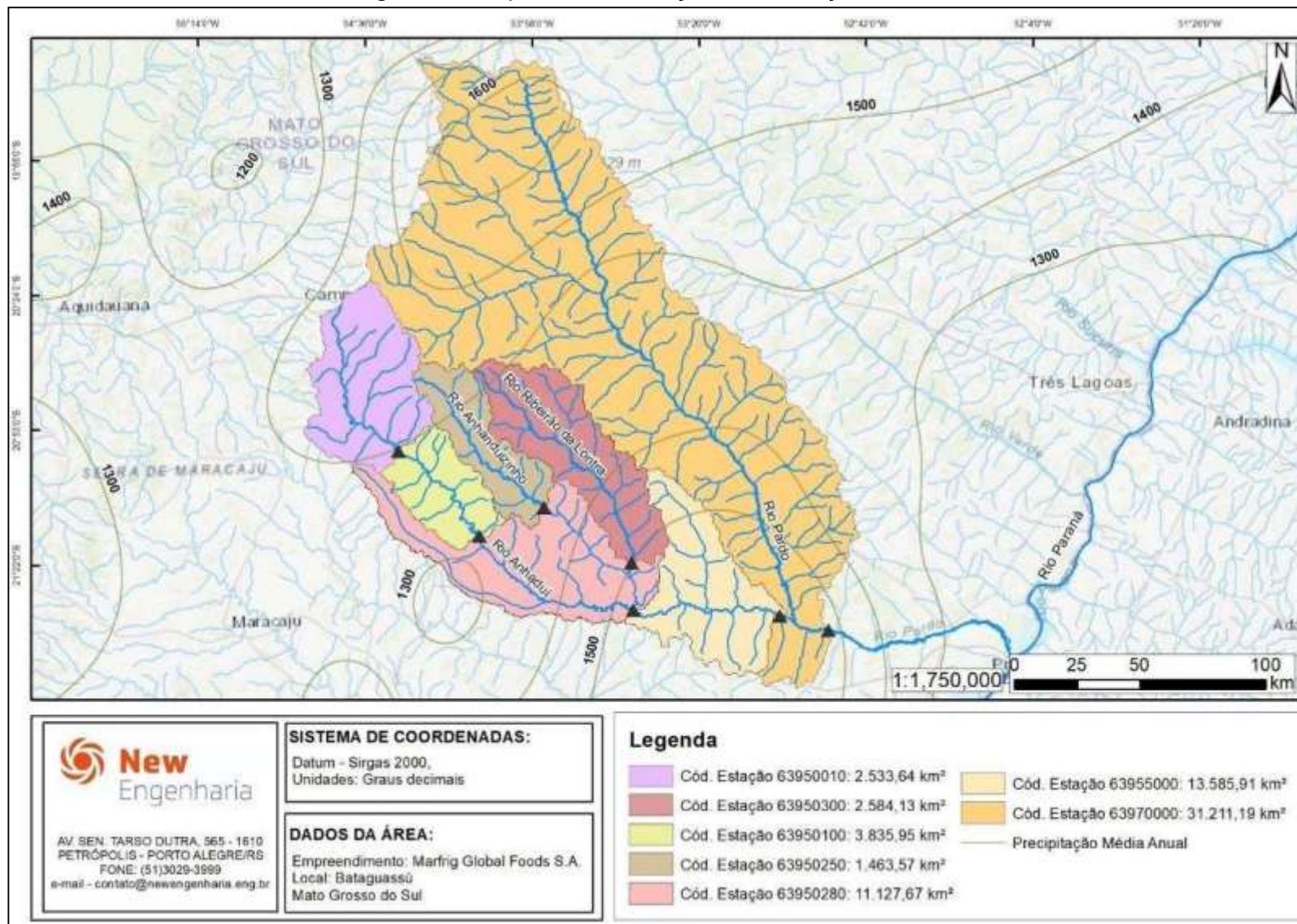
Fonte: New Engenharia (2021)

Por conseguinte, foi elaborado um mapa com a localização das estações fluviométricas inseridas dentro da região hidrográfica estudada e suas respectivas áreas de drenagem, além das isoietas de precipitação média anual para definir a homogeneidade da região com base nas características hidrológicas físicas e climáticas da região.

A Hidrografia é proveniente da Base Cartográfica do IBGE. Toda a Base Cartográfica produzida pelo IBGE na escala 1:250.000 (onde 1 cm = 2,5 km). Esta é a informação vetorial de domínio público mais precisa em relação à escala.

O Figura 4 a seguir apresenta as informações descritas.

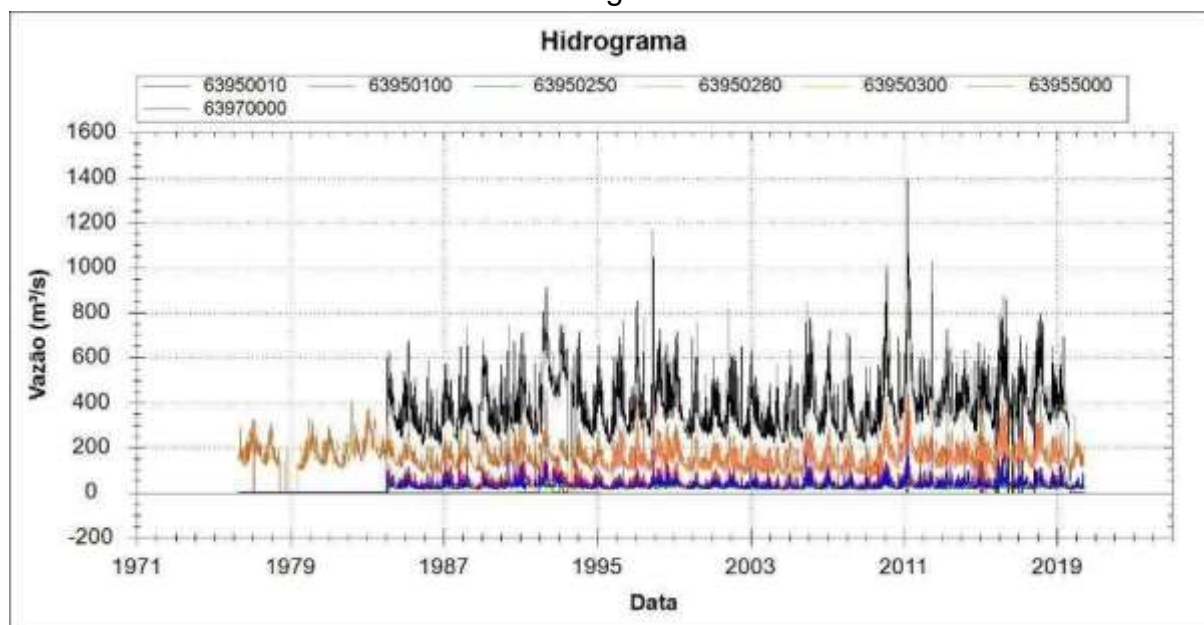
Figura 4 - Mapa de Localização das Estações Utilizadas



Fonte: New Engenharia (2021)

Para avaliar o comportamento das vazões da bacia no tempo, os hidrogramas de vazão das estações foram plotados conforme o Gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 - Hidrogramas de Vazão



Fonte: New Engenharia (2021)

### 3.2.4 Regionalização das Vazões de Referência

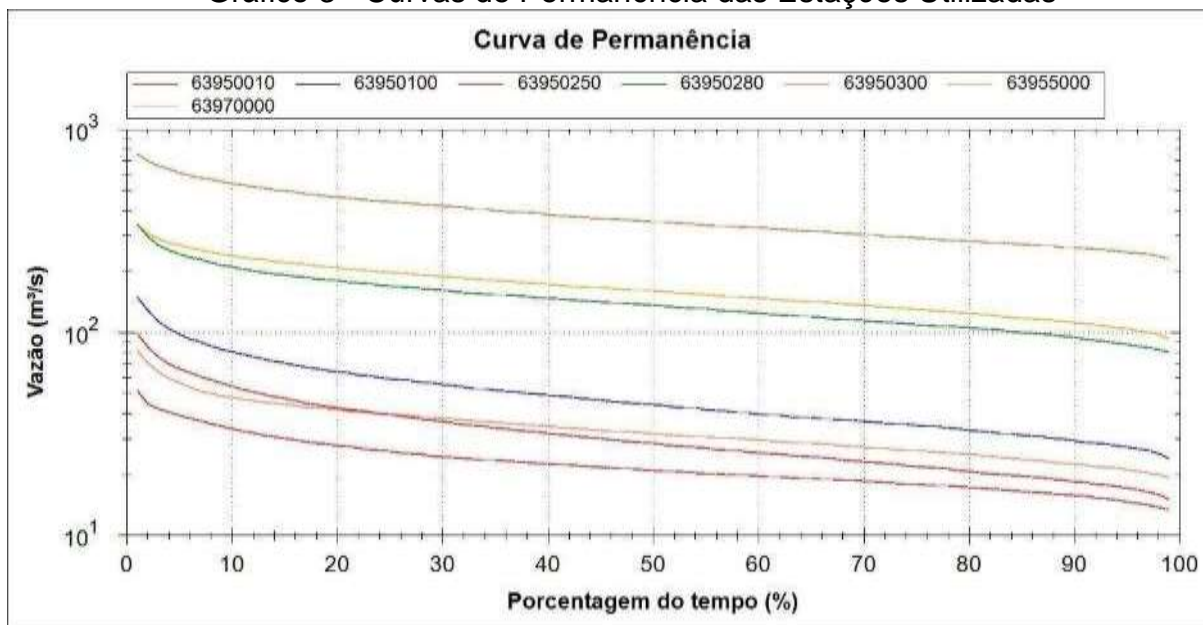
A metodologia utilizada na regionalização compreenderá as etapas:

- determinação da curva de permanência de cada estação fluviométrica;
- determinação das vazões associadas a 80, 85, 90 e 95% de permanência no tempo, a partir da curva de permanência obtida para as diferentes estações;
- estabelecimento das equações de regressão para as probabilidades de 80% a 95%, com as características físicas da bacia e características da precipitação pluvial média anual;
- a definição das regiões hidrologicamente homogêneas foi baseada na análise do ajuste do modelo de regressão múltipla da vazão para as probabilidades selecionadas com as características físicas e climáticas das sub-bacias.

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.

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 (Gráfico 3)

Gráfico 3 - Curvas de Permanência das Estações Utilizadas



Fonte: New Engenharia (2021)

Em posse da curva de permanência foram obtidas as vazões de referência das respectivas estações. As vazões de referência juntamente com as características físicas e climáticas serão usadas para buscar um melhor ajuste matemático e assim um modelo preditivo de vazões para a bacia em questão.



Tabela 4 - Vazões de Referência das Estações

Código Estação	Nome Estação	$Q_{mip}(m^3/s)$	$Q_{80}(m^3/s)$	$Q_{85}(m^3/s)$	$Q_{90}(m^3/s)$	$Q_{95}(m^3/s)$
63950250	Fazenda Divisa	23,062	17,246	16,515	15,736	14,661
63950300	Passagem Ribeirão Lontra	34,433	25,027	23,803	22,521	21,052
63950010	Vau do Balsamo	33,344	20,63	19,634	18,448	17,108
63950100	Fazenda Ponte	51,014	32,987	31,19	29,278	27,253
63950280	Fazenda Barra Grande	146,341	105,176	99,521	93,946	87,095
63955000	Delfino Costa	168,951	123,809	117,568	111,474	103,903
63970000	Fazenda Buriti	379,685	280,051	271,01	260,754	248,358

Fonte: New Engenharia (2021)

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). Usando a ferramenta de interpolação *TOPO TO RASTER* do programa *ArcGIS 10.1*, foi gerado um arquivo *raster* a partir das isolinhas, onde a média ponderada de precipitação dos pixels das sub-bacias de interesse foi obtida utilizando a ferramenta *ZONAL STATISTICS* do *ArcGIS 10.5*.

As características físicas das áreas de drenagem de cada bacia foram calculadas de forma análoga, todavia, o arquivo *raster* gerado pela interpolação é o Modelo Digital de Terreno da base de dados do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) com resolução espacial de 30 metros.

Tabela 5 - Características Físicas e Climáticas das Bacias das Estações

<b>Código Estação</b>	<b>Nome Estação</b>	<b>Área da Bacia Delimitada (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Precipitação Média Anual (mm)</b>	<b>Comprimento Rio Principal (km)</b>	<b>Declividade Média (m/m)</b>	<b>Densidade de Drenagem (km/km<sup>2</sup>)</b>
63950250	Fazenda Divisa	1463,57	1396,24	102,47	0,0014	0,28
63950300	Passagem Ribeirão Lontra	2584,13	1406,85	162,7	0,0008	0,26
63950010	Vau do Balsamo	2533,65	1417,3	87,32	0,0013	0,29
63950100	Fazenda Ponte	3835,95	1400,69	154,49	0,0009	0,31
63950280	Fazenda Barra Grande	11127,67	1403,66	253,51	0,0006	0,30
63955000	Delfino Costa	13585,92	1426,39	329,1	0,0005	0,28
63970000	Fazenda Buriti	31211,19	1448,46	350,68	0,0005	0,29

Fonte: New Engenharia (2021)

Após os testes de agrupamentos das estações, foram feitos testes de regressão, onde para a escolha das melhores simulações avaliou-se primeiramente o maior desvio de vazão apresentado pela equação gerada para as estações utilizadas na regressão, simulações com o maior desvio acima de 20% seriam descartadas, posteriormente como critérios de escolha considerou-se o maior intervalo de abrangência da área e o maior número de estações utilizadas. Por estarem dentro da mesma bacia, a maioria das estações inclusive no meio rio, observou-se que a variável explicativa preponderante na análise foi tão somente a área de drenagem das estações. Com efeito esta variável foi usada na obtenção do melhor ajuste, que se mostrou sendo o linear para todas as vazões.

A Tabela 6 apresenta os parâmetros estatísticos e matemáticos do ajuste.

Tabela 6 - Ajuste e Parâmetros Estatísticos

Vazões de Referência	$Q_{mlp}$	$Q_{80}$	$Q_{85}$	$Q_{90}$	$Q_{95}$
<b>Linear</b>	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
<b><math>Q = 0,0121.A + 4,8849</math></b>	$Q = 0,009.A + 1,198$	$Q = 0,0087.A + 0,314$	$Q = 0,0084.A + 0,4521$	$Q = 0,0084.A + 1,339$	$Q = 0,008.A + 4,8849$
<b>0,9994</b>	0,9992	0,9993	0,9993	0,999	0,9994
<b>0,999</b>	0,999	0,999	0,999	0,999	0,999
<b>3,388</b>	2,934	2,623	2,673	2,984	3,388

Fonte: New Engenharia (2021)

As equações geradas representam as condições naturais de escoamento da sub-bacia, ou seja, sem a interferência de barramentos, dessa forma, a utilização das equações em locais onde existem barramentos deve ser precedida por um estudo sobre influência do represamento nas vazões de interesse.

Tabela 7 - Vazões Rregionalizadas

	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	$Q_{mlp}(m^3/s)$	$Q_{80}(m^3/s)$	$Q_{85}(m^3/s)$	$Q_{90}(m^3/s)$	$Q_{95}(m^3/s)$
<b>Alternativa Emissário</b>	33022,29	404,454609	298,39861	287,607923	277,839336	265,51732
<b>Alternativa Captação</b>	33023,03	404,463563	298,40527	287,614361	277,845552	265,52324

Fonte: New Engenharia (2021)

### 3.3 AVALIAÇÃO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA CAPTAÇÃO

Neste item será avaliada a alternativa de abastecimento da unidade através de recursos hídricos superficiais, tendo em vista que a unidade não possui atualmente nenhum ponto de captação em cursos hídricos ou reservatórios, sendo totalmente abastecida por meio de poços. Tendo em vista que a utilização de poços normalmente fica restrita a perfuração no interior da área do empreendimento, e há uma limitação para o adensamento de um grande número de poços em um espaço pequeno, eventualmente a demanda hídrica pode ultrapassar o potencial de captação através de poços tubulares na área da unidade, sendo necessário a utilização de recursos superficiais, por tanto será avaliado o potencial hídrico dos recursos hídricos mais relevantes da região.

#### 3.3.1 Alternativa de abastecimento - Rio Pardo

A utilização de recursos hídricos superficiais no estado do Mato Grosso do Sul é regada pelo Conselho Estadual de Recursos hídricos (CERH), subordinado ao Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul.

Sendo os critérios para outorga em rios definidos na Resolução CERH nº 025/15, que estipula como vazão de referência em cursos hídricos ainda sem plano de bacia a Q95, e a vazão outorgável para um usuário individual o limite máximo de 20% da Q95. E que as novas outorgas suspensas quando o limite de captações e derivações atingir o valor da 70% da vazão de referência (Q95).

Cabe lembrar que o estudo avaliar a vazão outorgável “virtual”, uma vez que o órgão responsável pela autorização das outorgas não disponibiliza de forma sistêmica as outorgas de montante do ponto requerido.

A vazão outorgável no ponto proposto do Rio Pardo é de 53,103 m<sup>3</sup>/s, ou seja 4.588.099,2 m<sup>3</sup>/dia, evidenciando o alto potencial hídrico do Ri Pardo. As vazões de interesse para o ponto de captação proposto são demonstradas na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

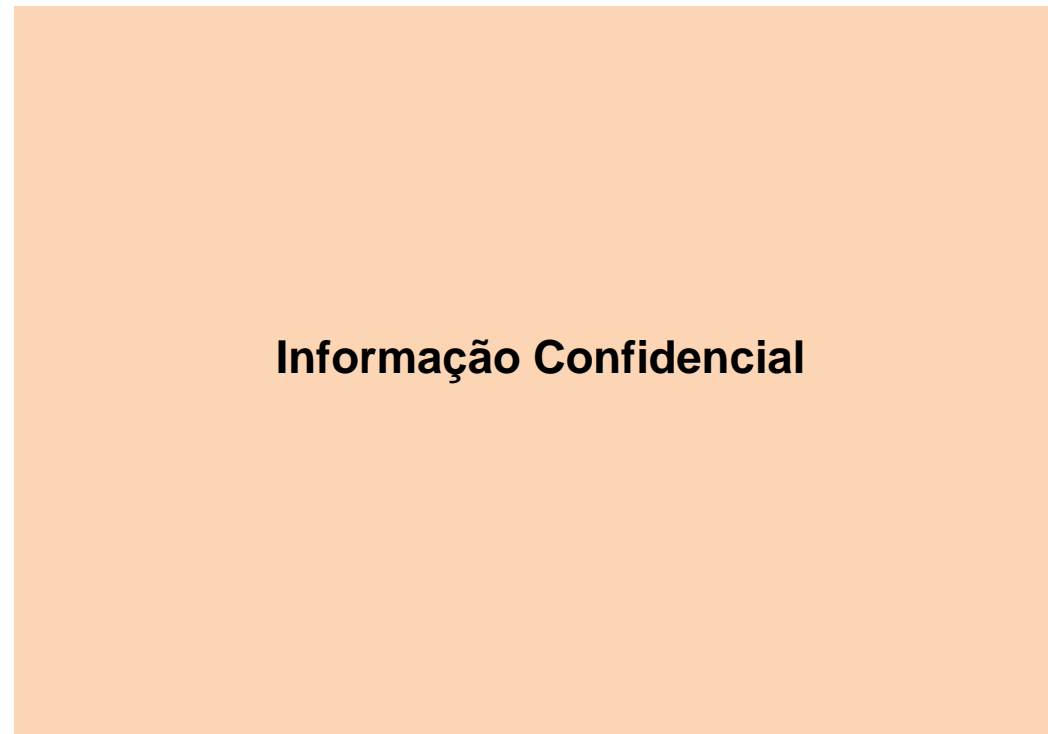
Tabela 8 - Vazão Outorgável Para Alternativa Locacional de Captação

	Latitude	Longitude	Área de Drenagem	Q <sub>mp</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95</sub> (m <sup>3</sup> /s)	20% Q <sub>95</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Alternativa Captação	-21.68	-46.47	33022,29	404,454	265,517	53,103

Fonte: New Engenharia (2021)

Projetou-se o caminho alternativo para instalação de uma adutora para a unidade, a Figura 5 apresenta o trajeto concebido, da unidade até o ponto requerido.

Figura 5 - Alternativa Locacional de Adutora para a Unidade



Fonte: New Engenharia (2021)



### 3.3.1.1 Rio Paraná

O estudo não descarta a possibilidade de captação superficial para a unidade do rio Paraná, todavia, o trecho do Rio Paraná próximo a unidade sofre a influência de dois barramentos à montante e à jusante de possíveis pontos de captação no trecho. Com efeito, estas estruturas comprometem a estimativa de vazões estatísticas para estes pontos, uma vez que alteram significativamente o regime de vazão nestes trechos.

Aliado a isso, no referido trecho não há estações fluviométricas com dados disponibilizados sistematicamente para usuários comuns (público), para que se possa quantificar com maior exatidão os volumes disponíveis nestes pontos.

Os rios têm velocidades longitudinais preponderantes, o que caracteriza um comportamento conhecido de dispersão e decaimento dos parâmetros de qualidade da água ao longo de seu trecho, diferentemente de ambientes lênticos em que são necessários estudos de autodepuração dos mais aprofundados através de modelagens numéricas bidimensionais.

O Rio Paraná apresentaria volumes de captação excepcionais, contudo este se encontra a uma distância em linha reta de cerca de 15 quilômetros a sudoeste da unidade, sendo eu para a captação neste rio seria necessária a transposição de uma rodovia estadual e uma federal, e tendo em vista que o Rio Pardo possui ampla capacidade para atender as demandas da unidade, por maiores que sejam suas ampliações de produção, não julga-se o Rio Paraná como um alternativa viável.

## 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

#### 4.2.1 Geologia Regional

Para a caracterização geológica, foi utilizada a bibliografia e cartografia geológica disponíveis. De acordo com Lacerda Filho et al. (2006), o estado de Mato Grosso do Sul compõe em seu território duas províncias lito-estruturais, a Província Paraná à leste e a Província Tocantins à oeste. É agrupado em 64 unidades geológicas agrupadas em onze unidades geotectônicas, onde destaca-se a individualização do embasamento da Faixa Paraguai em dois ambientes paleoproterozóicos, com características de arcos magmáticos e um ambiente compatível com uma bacia de retro-arco.

Quanto aos domínios tectono-estratigráficos que delimitam a compartimentação tectônica do estado, a área de estudo, inserida no município de Bataguassu no limite sudeste do estado, situa-se sobre a entidade tectônica da Bacia Paleo-Mesozoica do Paraná, uma das Bacias Sedimentares Fanerozoicas (mais jovens que 540 Ma).

Afloram na área de estudo e entorno litologias pertencentes ao Grupo Caiuá, da Bacia Bauru e Depósitos Aluvionares de idades Cenozóicas (Figura 6).

##### 4.2.1.1 Província Paraná

A Província Paraná, também denominada de Província Sedimentar Meridional, é composta por uma série de bacias sedimentares formadas por processos tectônicos distintos. Em território nacional, compreende uma área cerca de 1.050.000 km<sup>2</sup>, mas se estende para os territórios da Argentina, Paraguai e Uruguai (MILANI E THOMAZ FILHO, 2000).

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 Bauru*

A Bacia Bauru, assim designada por Fernandes e Coimbra (1998), compreende uma bacia sedimentar de caráter continental interior, gerada após a ruptura do continente Gondwana, inteiramente contida no intervalo Meso-neo-Cretáceo da “Bacia do Paraná” de Milani (1997). Compreende uma área de 370.000 km<sup>2</sup> constituída por cerca de 300 m de arenitos dos Grupos Bauru e Caiuá depositados posteriormente ao vulcanismo da Formação Serra Geral. Os Grupos Bauru e Caiuá compreendem duas unidades cronocorrelatas, conforme proposto por Fernandes (1998).

No estado do Mato Grosso do Sul, o Grupo Bauru é composto pelas formações Vale do Rio do Peixe e Marília, enquanto o Grupo Caiuá é formado por uma unidade indivisa que leva o nome do grupo e pela Formação Santo Anastácio.

#### *4.2.1.1.2 Grupo Caiuá*

O Grupo Caiuá foi nomeado por Fernandes e Coimbra (1983) para subdividir as formações Goiô-Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio, das quais apenas a Formação Santo Anastácio tem registro cartográfico no estado de Mato Grosso do Sul. As litologias do Grupo Caiuá assentam-se sobre os basaltos do Grupo São Bento, transicionando para o Grupo Bauru (FERNANDES E COIMBRA, 2000).

No Mato Grosso do Sul, o Grupo Caiuá ocupa uma área de 75.895 km<sup>2</sup>, distribuído irregularmente desde o sul até o norte do estado, segundo Lopes et al., (2004), Lacerda Filho et al., (2004 b), e Valente et al., (2004). Atualmente ainda não há subdivisões precisas da unidade a partir do paralelo 20° Sul, sendo a continuidade para sul da Formação Santo Anastácio interpretada com base em imagens Landsat (LACERDA FILHO et al., 2004 b).

O Grupo Caiuá é composto por arenitos arcoseanos vermelhos a roxos, bimodais (variando entre granulometrias muito finas e grossas), com grãos angulosos a subarredondados, na fração fina e, arredondados na fração grossa, com

esfericidade variável. A seleção é boa na fração fina e moderada a boa nas frações média a grossa. Predominam estratificações cruzadas tangenciais de pequeno a grande porte e, secundariamente, laminação planoparalela.

O ambiente deposicional do Grupo Caiuá é interpretado como fluvial na sua base e eólico no topo da unidade (IANHEZ et al., 1983).

#### **4.2.1.1.2.1 Formação Santo Anastácio**

A Formação Santo Anastácio se distribui de forma irregular no estado de Mato Grosso do Sul, ocupando grande parte do seu quadrante nordeste, com cerca de 32.422 km<sup>2</sup> cartografados (Valente et al., 2004).

A unidade compõe um pacote de arenitos muito finos a médios, pouco argilosos, pobre em estruturas sedimentares e interpretado como depositado em ambiente fluvial meandrante a entrelaçado. Conforme descrito no Projeto RADAM (1983), Folha SE.22. Goiânia, a unidade no nordeste do estado é descrita como arenitos marrom avermelhados, finos a médios, mal selecionados, maciços, friáveis ou silicificados, com raras intercalações de argilito.

Na região oeste do estado de São Paulo, próximo da área de estudo, Fernandes e Coimbra (2000) descrevem a presença de estratos arenosos tabulares, em geral maciços, localmente com estratificação planoparalela incipiente e cruzada de pequeno porte, espessura decimétrica até 1 m e com raras intercalações de lamito e argilito. Os arenitos são quartzosos a subarcoseanos, finos a muito finos, pobremente selecionados, com a fração silte subordinada e pequena quantidade de matriz silto-argilosa. Os grãos são subangulosos a subarredondados, foscos, cobertos por película de óxido de ferro. Mais raramente, ocorrem depósitos de wadis, resultantes de enxurradas de períodos de chuvas torrenciais.

Segundo Fernandes e Coimbra (2000), a unidade compõe lençóis de areia secos, acumulados em extensas planícies desérticas marginais aos grandes complexos de dunas dos mares de areia (deserto Caiuá). De acordo com Suguio e Barcelos (1983), as feições primárias da seção-tipo sugerem que a deposição da unidade ocorreu sob a influência de clima quente e seco, provavelmente semi-árido.

#### 4.2.1.2 Depósitos Sedimentares Cenozoicos

##### 4.2.1.2.1 Depósitos Aluvionares

De acordo com Lacerda Filho et al., (2006), Os Depósitos Aluvionares distribuem-se principalmente nas planícies de inundação de rios e ao longo dos canais das drenagens de maior porte e baixo gradiente, como nas bacias dos rios Paraguai, Paraná, Aquidauana, Miranda, Taquari, Itiquira, Apa, Aporé, resultando em uma área de 16.480 km<sup>2</sup> ao longo de todo o estado. Esses depósitos são constituídos principalmente por areias, subordinadamente cascalho, lentes silto-argilosas e turfa. Nos grãos de frações mais grossas podem ocorrer concentrações de minerais pesados de eventual interesse econômico.

Localmente, no município de Bataguassu, no entorno da área de estudo, esses depósitos ocorrem nas margens e leito do Rio Pardo, à norte do empreendimento, bem como nas margens do Rio Paraná, que limita o estado de Mato Grosso do Sul à leste.

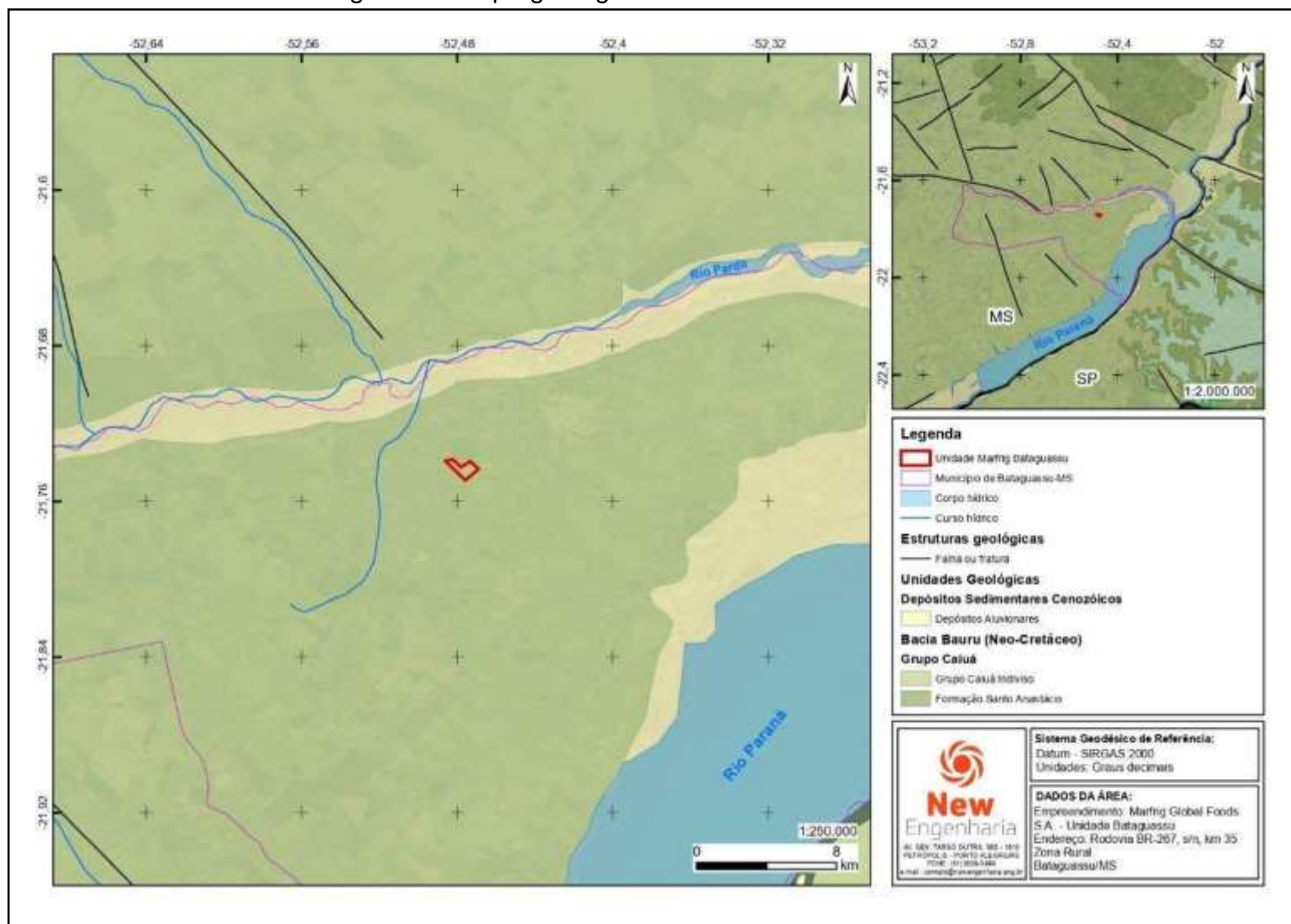
#### 4.2.2 Geologia Local

O mapa geológico da área de estudo (Figura 6) indica a ocorrência do empreendimento integralmente sobre as litologias do Grupo Caiuá Indiviso, pertencente à Bacia Bauru, de idade Neo-Cretácea. Na área do entorno, ocorrem depósitos aluvionares à norte do empreendimento junto às margens e leito do Rio Pardo e à leste junto às margens do Rio Paraná. Ainda mais à norte do empreendimento ocorrem as litologias da Formação Santo Anastácio, assim como à leste, já no estado de São Paulo, onde ocorre junto aos depósitos do Grupo Bauru.

##### 4.2.2.1 Afloramentos rochosos

Em inspeção de campo na área do empreendimento e em seus arredores, não foram encontrados afloramentos rochosos que permitissem maior detalhamento do contexto geológico local. A região compreende relevo predominantemente plano a suave ondulado, com campos, várzeas de rios e colinas amplas e de pouca elevação. Esse cenário não favorece a ocorrência de exposições significativas do substrato rochoso, mesmo em cortes de estrada.

Figura 6 – Mapa geológico da área de estudo e entorno



Fonte: Adaptado de CPRM (2006).

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL

O mapeamento na escala 1:750.000 realizado pela CPRM (2006) não indica em superfície feições que caracterizem estruturas geológicas na área de estudo. Na área do entorno, predominam estruturas do tipo falhas ou fraturas com direção predominante para NW-SE e NE-SW. Durante as atividades de campo não foram identificadas estruturas de porte regional ou local, frente à ausência de afloramentos rochosos.

### 4.4 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

#### 4.4.1 Hidrogeologia regional

O contexto hidrogeológico da região foi realizado a partir dos dados obtidos no Mapa Hidrogeológico do Brasil ao Milionésimo publicado pela CPRM (2014), representado por **Unidades Hidrolitológicas (UHL)**, **Unidades Hidroestratigráficas (UE)** e **Subdomínios Hidrogeológicos (SH)**.

Nesse contexto, o município de Bataguassu está inserido no Domínio Hidrogeológico Bacias Sedimentares, no SH Bacia do Paraná. Compõe duas unidades hidrolitológicas granulares (Figura 7), referentes às UEs Grupo Caiuá e Depósitos Aluvionares. A UE Grupo Caiuá compõe o **Sistema Aquífero Bauru-Caiuá**, localmente ocorrendo subjacente à Formação Serra Geral, que compõe o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), formados por basaltos e dacitos oriundos dos derrames vulcânicos mesozoicos.

A UE Grupo Caiuá compõe uma UHL granular e é composta por litologias como arenitos e conglomerados. Na área do município é subdividida em Unidade Granular classe 03 e Unidade Granular classe 04, que indicam as diferenças em relação à produtividade aquífera. A área do empreendimento está assentada sobre a **Unidade Granular classe 03 da UE Grupo Caiuá**, cuja produtividade é classificada por CPRM (2014) como moderada, indicada para fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades e/ou irrigação em áreas restritas. Apresenta uma espessura média entre 100 e 500 m, sobrejacente às litologias da Formação Serra Geral que alcançam espessuras maiores que 500 m. A UE Grupo Caiuá ainda possui um manto de intemperismo entre 5 e 30 m, e apresenta baixo grau de fraturamento. Ocorrem vazões médias entre 25 e 50 m<sup>3</sup>/h e vazão específica entre 1 e 2 m<sup>3</sup>/h/m,

além de valores de transmissividade que variam entre  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s e condutividade hidráulica entre  $10^{-6}$  e  $10^{-5}$  m/s. (CPRM, 2014).

Na área do entorno ocorrem duas **Unidades Granulares classe 4**, que correspondem a uma região menos produtiva da UE Grupo Caiuá e à UE Depósitos Aluvionares. A UE Grupo Caiuá se encontra sobrejacente à Formação Botucatu, e é composta por arenitos e conglomerados, ocorrendo com uma espessura entre 100 e 500 m, com um manto de intemperismo entre 5 e 30 m com baixo grau de fraturamento. Apresenta vazões entre 10 e 25 m<sup>3</sup>/s e vazões específicas entre 0,4 e 1 m<sup>3</sup>/h/m, refletindo em uma vazão geralmente baixa, porém localmente moderada. A UE Depósitos Aluvionares é composta por depósitos de areia, silte e argila, com uma espessura média de 10 a 100 m, com manto de intemperismo e grau de fraturamento inexistentes. Possui vazões entre 10 e 25 m<sup>3</sup>/s e vazão específica entre 0,4 e 1 m<sup>3</sup>/h/m, refletindo em uma produtividade geralmente baixa, porém localmente moderada. Para ambas unidades granulares classe 4, essa produtividade é indicada, de acordo com CPRM (2014), para suprir abastecimentos locais ou para consumo privado.

#### 4.4.1.1 SISTEMA AQUÍFERO BAURU-CAIUÁ

Compõe um Sistema Aquífero transfronteiriço que engloba regiões do Brasil e do Paraguai. Está localizado na Bacia do Paraná, onde ocupa uma área de aproximadamente 300.000 km<sup>2</sup>, englobando parte dos estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. Aplicam-se as denominações de Formação Bauru e Caiuá no Brasil e Formação Acaray no Paraguai. (CPRM, 2014).

É classificado como um aquífero do tipo livre, com espessura média de 200 m, composto por arenitos finos e grossos. Apresenta alta permeabilidade e possui um fluxo predominante em direção ao Rio Paraná. Na unidade Caiuá, o aquífero possui vazões entre 40 e 60 m<sup>3</sup>/h e na unidade Bauru ocorrem vazões mais moderadas, entre 10 a 20 m<sup>3</sup>/h. (CPRM, 2014).

De acordo com CPRM (2014), em geral, a água é de boa qualidade, com ocorrência de águas minerais. O aquífero é muito explorado nos estados de São Paulo e Paraná, enquanto que nos no estado de Mato Grosso do Sul e Paraguai sua utilização é menor. Os principais usos da água são para consumo humano e para a pecuária, ocasionando problemas de contaminação através de fertilizantes e agrotóxicos. O aquífero é de importância regional devido à boa qualidade da água e



poços de alta produtividade com utilização na irrigação, uso de água mineral e agro pastoral, esse último no Paraguai.

#### 4.4.1.2 SISTEMA AQUÍFERO SERRA GERAL (SASG)

Compõe um Sistema Aquífero Transfronteiriço que abrange o planalto paranaense e a região da fronteira entre Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, ocupando uma área de cerca de 540.000 km<sup>2</sup>. Constitui um sistema aquífero do tipo livre a semiconfinado, fraturado e constituído por derrames de lava basáltica das formações Alto Paraná (Paraguai), Serra Geral (Brasil) e Arapey (Argentina e Uruguai). Por ser um aquífero fraturado, apresenta vazões muito variáveis, entre 10 e 100 m<sup>3</sup>/h. (CPRM, 2014).

Quanto a qualidade da água, se destacam o conteúdo de bicarbonato de cálcio e de sódio, apresentando eventualmente altos valores de sal. De acordo com CPRM (2014), mesmo ainda se conhecendo pouco sobre suas condições recarga, é um aquífero amplamente explotado nos quatro países em que ocorre, sendo suas águas utilizadas para abastecimento humano, uso industrial e irrigação.

Ocorre em região de clima úmido a semiúmido, com precipitação média anual entre 1200 e 1500 mm. Constitui um importante agente na manutenção do fluxo de base dos rios da região, sendo inferida conexão hidráulica entre ele e o Aquífero Guarani. (CPRM, 2014).

Figura 7 – Mapa hidrogeológico da área de estudo e poços do SIAGAS

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

**Informação Confidencial**

## 4.4.2 Hidrogeologia local

### 4.4.2.1 Dados de produtividade

Em relação à área de estudo e entorno, em consulta ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2020) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), foram encontrados cadastros de 22 poços, além dos 05 poços existentes no próprio empreendimento. Os poços com informações referentes aos níveis estático e dinâmico e a vazão de estabilização dos testes de bombeamento estão espacialmente distribuídos conforme demonstra a Figura 7, no contexto do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá. A síntese dos dados hidrogeológicos dos poços do SIAGAS podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9 - Síntese das informações dos poços cadastrados no SIAGAS

	Prof. (m)	Nível Estático (m)	Nível Dinâmico (m)	Vazão (m³/h)	Vazão específica (m³/h/m)
Mínimo	<b>Informação Confidencial</b>				
Máximo					
Média					

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2020).

Quanto aos dados de vazão obtidos para os poços da região, eles se encontram dispostos de acordo com a Figura 8, e variam entre **Informação Confidencial** m³/h, ocorrendo uma média de **Informação Confidencial**. Junto aos poços cadastrados no SIAGAS foram considerados os poços do empreendimento, a fim de possibilitar a comparação e contextualização dos dados dos dois conjuntos de poços.

Tabela 10 – Informações gerais dos poços existentes no empreendimento

	Poço 01	Poço 03	Poço 04	Poço 05	Poço 06
Coordenadas geográficas dos poços	<b>Informação Confidencial</b>				
Portaria de outorga atual					
Profundidade (m)					
Rebaixamento Total (m)					
Volume Anual Captado (portaria)					
Vazão (m <sup>3</sup> /h)					
NE (m)					
ND (m)					
Transmissividade (m <sup>2</sup> /dia)					

Fonte: Marfrig (2019).

Quanto ao perfil litológico dos poços, a descrição das litologias ocorrentes em cada poço se encontra descrita na Tabela 11. A descrição litológica dos poços 01, 02, 03, 04 e 05 foram realizadas em 2017, enquanto a descrição do poço 06 foi realizada em 2012.

Tabela 11 – Descrição litológica dos poços do empreendimento

	Profundidade (m)	Unidade Geológica	Descrição Litológica
<b>Informação Confidencial</b>			

Fonte: Marfrig (2012 e 2017).

A partir das informações referentes aos perfis dos poços da unidade, pode-se perceber que todos atingem o Sistema Aquífero Bauru-Caiuá, caracterizado por ser do tipo livre.

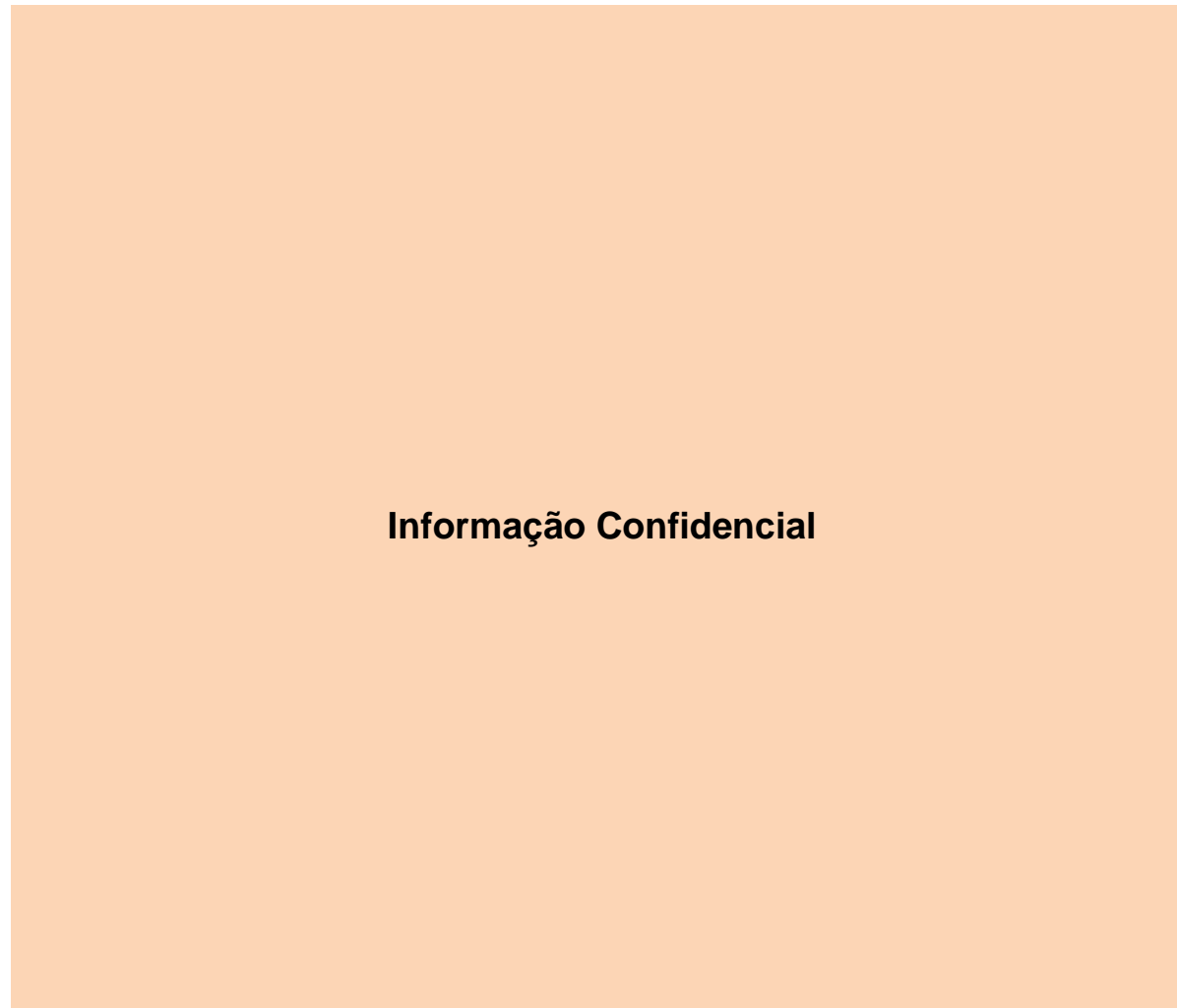
Figura 8 - Distribuição espacial das vazões dos poços considerados

**Informação Confidencial**

Figura 9 - Distribuição espacial das vazões específicas dos poços considerados

**Informação Confidencial**

Figura 10 – Localização dos poços do empreendimento



Fonte: New Engenharia (2020).



Quanto à qualidade da água subterrânea, constam análises físico-químicas realizadas em junho de 2020, cujos resultados estão apresentados na Tabela 12 a baixo.

Tabela 12 – Parâmetros físico-químicos dos poços tubulares do empreendimento

**Informação Confidencial**

**Informação Confidencial**

**Informação Confidencial**

**Informação Confidencial**

## **Informação Confidencial**

Fonte: Relatórios de ensaio 542/2020.0.A, 541/2020.0.A, 540/2020.0.A, 539/2020.0.A e 538/2020.0.A: Eurofins do Brasil Analises de Alimentos LTDA. (2020).

Considerando os dados das análises físico-químicas foi possível identificar que nos poços constam águas de boa qualidade, com todos os parâmetros dentro dos valores máximos permitidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde e consolidados pela Portaria de Consolidação nº 05/2017 (BRASIL, 2011, 2017),

**Informação Confidencial**

Figura 11 – Poço 01

#### 4.4.1 Avaliação do sistema de captação atual

**Informação Confidencial**

Figura 11 – Poço 01

**Informação Confidencial**

Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 12 – Detalhe das estruturas do poço 01

Figura 11 – Poço 01

**Informação Confidencial**

Fonte: New Engenharia (2020).



Figura 13 – Poço 03

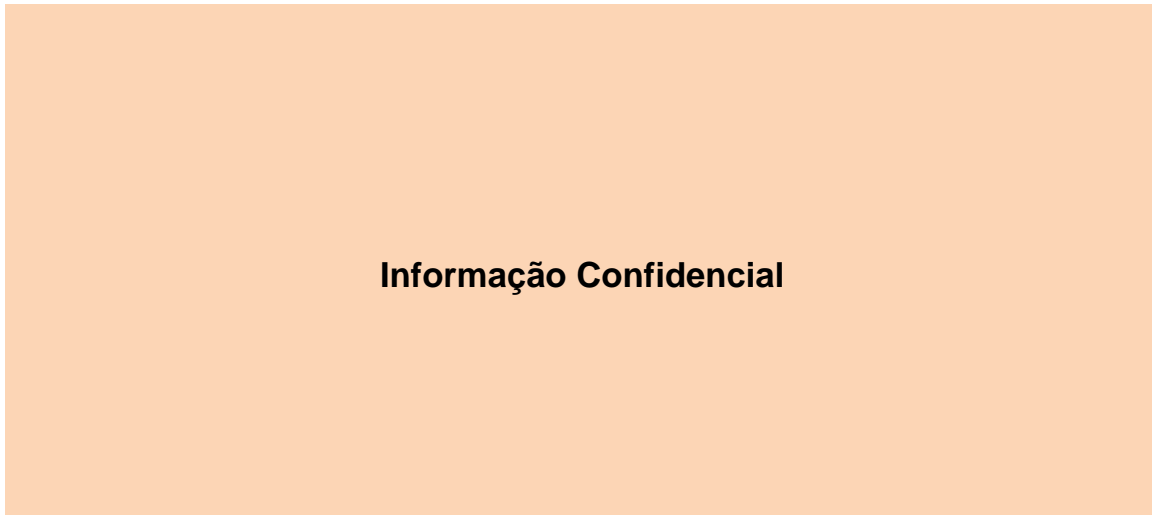
**Informação Confidencial**

Fonte: New Engenharia (2020).

**Informação Confidencial**

Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 15 – Poço 04



Fonte: New Engenharia (2020).

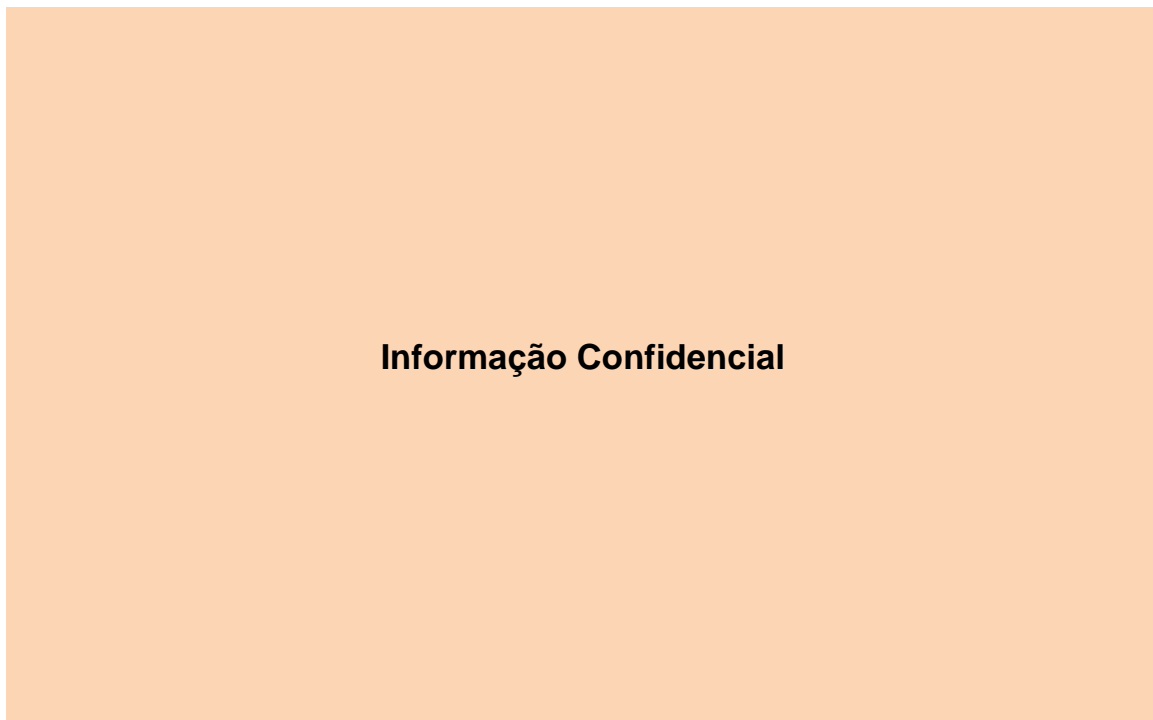
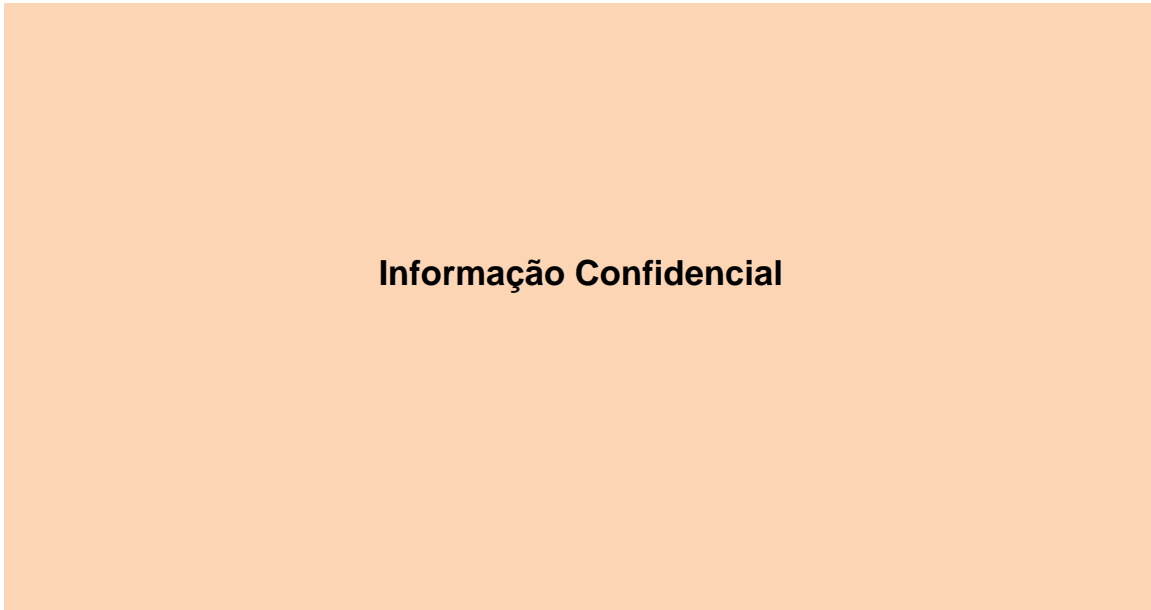


Figura 16 – Detalhe das estruturas do Poço 04

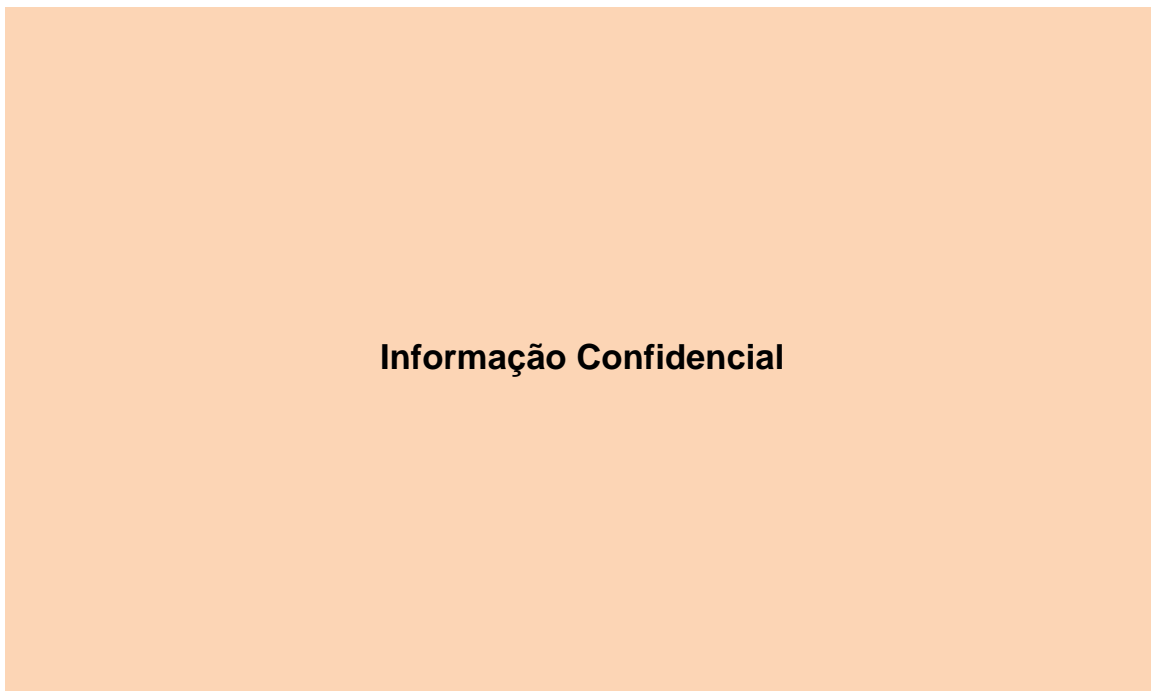
Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 17 – Poço 05



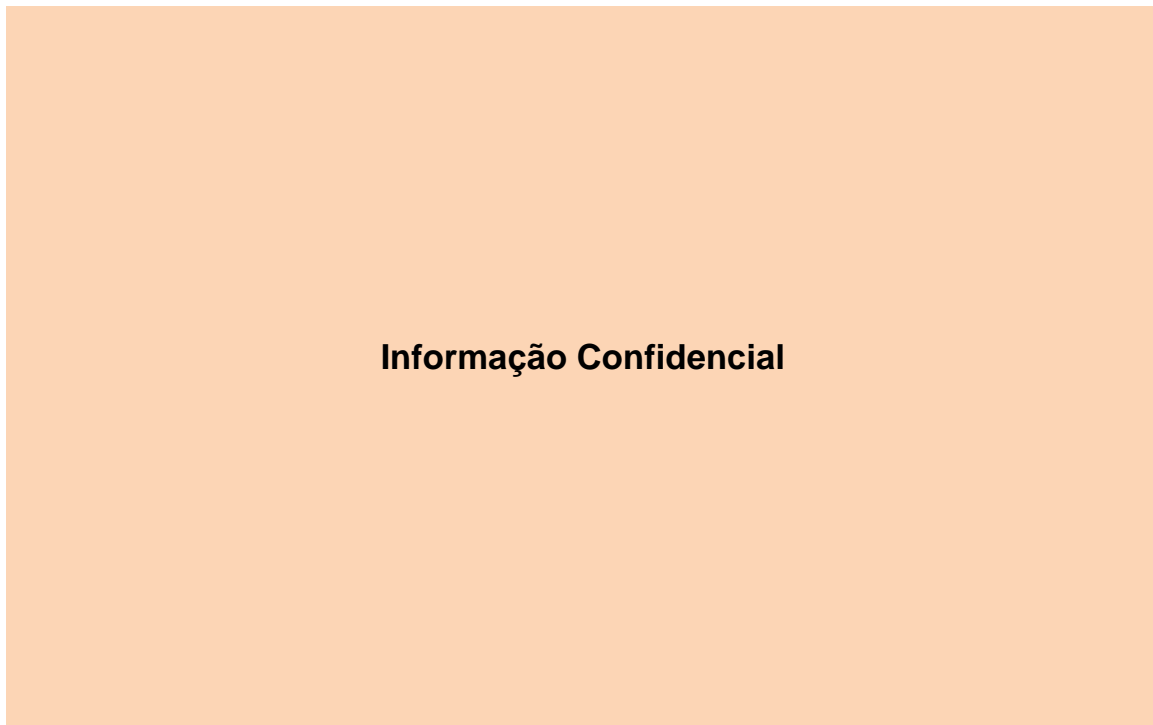
Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 18 – Detalhe das estruturas do Poço 05



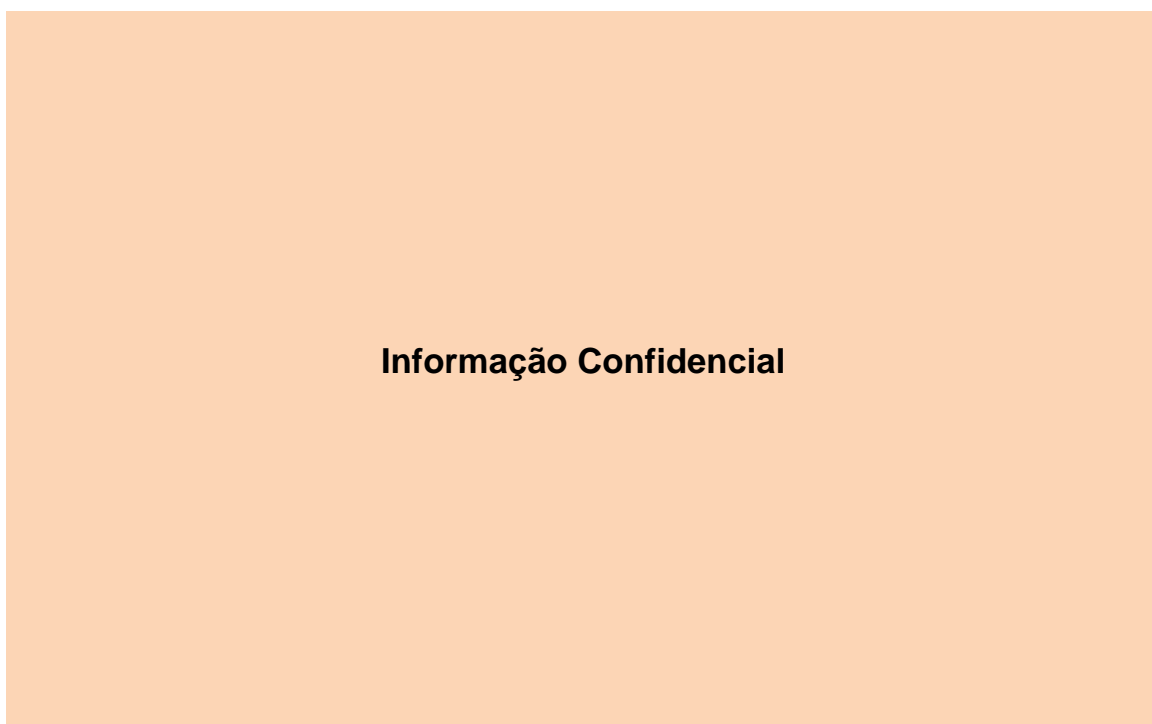
Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 19 – Poço 06



Fonte: New Engenharia (2020).

Figura 20 – Detalhe das estruturas do poço 06



Fonte: New Engenharia (2020).

## 4.5 DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

### 4.5.1 Produtividade dos poços

Informação Confidencial

Tabela 13 – Vazões captadas nos poços do empreendimento

	Vazão (m <sup>3</sup> /h)	Bombeamento (h/dia)	Vazão captada (m <sup>3</sup> /dia)
Informação Confidencial			

Fonte: Portarias de Outorga dos poços.

### 4.5.2 Características construtivas recomendadas para poços de captação

Informação Confidencial

Como o sistema aquífero Bauru-Caiuá tem espessura aproximada de 200 m, e não há certeza da interceptação de sistemas de fraturas que possam vir a ser mais produtivas ou não no sistema aquífero Serra Geral, abaixo do Bauru-Caiuá, e que podem inclusive diminuir a capacidade específica de um eventual novo poço, recomenda-se a perfuração a profundidades entre 120 m e 180 m. Entretanto, estudos detalhados, como levantamentos geofísicos, são uma alternativa para avaliar o potencial de perfuração a maiores profundidades.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### Informação Confidencial

O sistema aquífero aflorante na região de Bataguassu, Bauru-Caiuá, apresenta potencial moderado para fornecimento de água subterrânea e com bons padrões de qualidade.

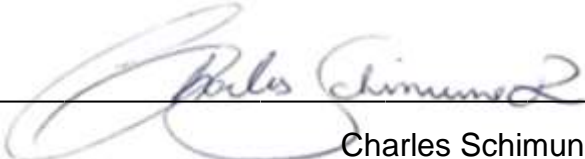
### Informação Confidencial

Desta forma conclui-se que a forma de abastecimento mais viável para o empreendimento ainda seria a captação através de poços tubulares, visto que a região possui um bom potencial hidrogeológico, e é um aquífero bastante homogêneo, não apresentando grandes anisotropias em suas características, desta forma a perfuração de poços é mais assertiva quando ao seu sucesso. Além disto o abastecimento através de poços representa um custo muito inferior se comparado a captações superficiais visto que suas águas não requerem tratamentos complexos, não sendo necessária a operação de estações de tratamento de água. Além disto os recursos superficiais são menos susceptíveis a variações de disponibilidade hídrica relacionada ao clima e a alterações na qualidade da água.


A região do empreendimento apresenta um elevado potencial hídrico para captações superficiais, sendo o que o curso do Rio Pardo situado a cerca de 7 quilômetros da unidade possui uma disponibilidade hídrica amplamente capaz de abastecer o empreendimento, mesmo frente a grandes ampliações.

## 6 EQUIPE TÉCNICA

### 6.1 COORDENAÇÃO

  
\_\_\_\_\_

Charles Schimuneck  
Engenheiro Ambiental – CREA/RS 153848

  
\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
Júlia Corrêa dos Santos  
Estagiária de Geologia

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: Acesso em: 17/11/2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO Nº 5, DE 28 DE SETEMBRO DE 2017.

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 Mato Grosso do Sul: escala 1:1.000.000. CPRM, Campo Grande, Brasil. 2006.

FERNANDES, L. A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. 1998. 216 p. Tese (Doutorado)-Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

HOLZ, M., FRANÇA, A. B., SOUZA, P.A., IANNUZZI, R., ROHN, R. A stratigraphic chart of the Late Carboniferous/Permian succession of the eastern border of the Paraná Basin, Brazil, South America. **Journal of South American Earth Sciences**, v.29 (2), p. 381-399, 2010.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bataguassu, MS:** 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/ms/bataguassu.html>. Acesso em: 11 nov. 2020.

IANHEZ, A. C. et al. Geologia. In: DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (Brasil). **Projeto Radam Brasil: folha SE.22 - Goiânia**. Rio de Janeiro: DNPM, 1983. 164p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).



IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, MS:** Editora UEMS, 2010.194p.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. **Resultados dos parâmetros e indicadores de qualidade das águas por ponto de monitoramento na UPG Pardo, durante o biênio 2018/2019.** 2019.

LACERDA FILHO, J. V. et al. Carta geológica do Brasil ao milionésimo: sistema de informações geográficas-SIG: folha SE.21 Corumbá. Brasília: CPRM, 2004.

LACERDA FILHO, J. V. et al. **Folha SF.21-Campo Grande.** In: SCHOBENHAUS, C. et al. (Ed.). Carta geológica do Brasil ao milionésimo: Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Brasília: CPRM, 2004.

LACERDA FILHO, J. V. et al. **Geologia e recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: CPRM, 2006. Escala 1:1.000.000. Programa Geologia do Brasil - PGB.

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.

**SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas.** Disponível em: [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar\\_mapa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php). Acesso em: 10 dez. 2020.

SUGUIO, K.; BARCELOS, J. H. **Significado paleoambiental da estrutura “boudinóide” e outras feições presentes na seção-tipo da Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru, Estado de São Paulo.** Boletim IG-USP, São Paulo, v. 14, 1983, p. 49-54.

VALENTE, C. R. et al. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo: Sistema de Informações Geográficas-SIG: folha SE-22, Goiânia.** Brasília: CPRM, 2004.



**New**  
Engenharia