

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA POLITÉCNICA

RAQUEL VALÉRIO DE SOUSA

**Avaliação da relação entre a produtividade de um poço tubular e a  
qualidade da água, com as características geológicas-fisiográficas da Bacia  
de interesse, no município de Paineiras/SC**

São Paulo  
2020

**Avaliação da relação entre a produtividade de um poço tubular e a qualidade da água, com as características geológicas-fisiográficas da Bacia de interesse, no município de Paineiras/SC**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields.

Orientador: Profa. Dra. Marilda Mendonça Guazelli Ramos Vianna

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Sousa, Raquel

Avaliação da relação entre a produtividade de um poço tubular e a qualidade da água, com as características geológicas-fisiográficas da bacia de interesse, no município de Painel/SC / R. Sousa -- São Paulo, 2020.  
104 p.

Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.

1.Basaltos 2.Hidrogeologia 3.Recursos hídricos 4.Disponibilidade hídrica  
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a realização deste trabalho a todos os professores do curso de Especialização em Gerenciamento de Áreas Contaminadas e Revitalização de Brownfields da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Agradecimentos especiais à minha orientadora, a professora Marilda Mendonça Guazelli Ramos Vianna pela paciência e amizade, apoio e incentivo durante todo o período do MBA, para que eu seguisse sempre em frente, apesar dos muitos obstáculos que a vida nos impõe, e às supervisoras Patricia, Tânia e Luíza, e principalmente à Gabriela, pelo apoio na correção deste trabalho e por estarem sempre disponíveis nas orientações gerais e no direcionamento do nosso curso.

Aos colegas, que mesmo à distância foi possível traçarmos laços de amizade, apoio nas discussões técnicas, e solidariedade...Bertha, Kátia, Jubal...Luís Francisco, Roberlene, Leonéia, e todos os demais, pelo “boa sorte” quando fui fazer as provas de recuperação...

E a DEUS, por ter permitido concluir mais essa etapa de minha vida!

*Dedico este trabalho em especial ao meu querido e saudoso pai, que estaria orgulhoso de mim, com mais esta importante etapa concluída em minha vida, e que me deixou o bem mais precioso como herança: a Educação!*

*E ao meu amado filho, que sempre torceu por mim, e a minha mãezinha, como poderia deixar de agradecer...o tudo que fez por mim...*

## RESUMO

SOUSA, Raquel Valério. Avaliação preliminar da relação entre a produtividade de um poço tubular e a qualidade da água, com as características geológicas-fisiográficas da bacia de interesse, no município de Paineiras/SC. 2020. 104 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.

O estudo objetiva caracterizar os aspectos fisiográficos/hidrogeológicos, geológicos e hidrogeológicos de uma pequena bacia hidrográfica no município de Paineiras, para analisar de forma preliminar a existência de influências no aspecto da localização, e quantitativamente na vazão obtida do poço perfurado na área bacia e do rio Paineiras, e também apresentar e discutir os resultados dos parâmetros de qualidade da água bruta de ambos os mananciais. Foram elaborados mapas temáticos diversos e executados testes de vazão tanto do recurso hídrico superficial (rio Paineiras), como também do poço, e também foram coletadas amostras de água no poço e no rio, e encaminhadas em laboratório credenciado pelo INMETRO, para avaliação de alguns parâmetros de potabilidade. As características fisiográficas e geológicas apontam que o local de perfuração do poço, pelas características gerais apresentadas, é um ponto favorável, em área de pequena planície, à margem esquerda do rio, e com uma razoável trama de lineamentos em superfície, que indicam um bom padrão de fraturas em profundidade. A vazão original do poço (5,8 L/s) enquadra-se como moderada, pela Classificação CPRM, mas conforme indicou o teste de vazão atual (2,3 L/s), vem sendo diminuída, possivelmente devido a superexploração. O rio Paineiras resultou em baixa disponibilidade hídrica, de 3,72 L/s, e o manancial subterrâneo, possivelmente contribui para alimentar a vazão do rio, classificado como Classe II, pelos parâmetros obtidos na análise das amostras de água. Qualitativamente, a água do poço é típica de basaltos toleíticos, da Formação Serra Geral, do tipo bicarbonatada cálcica, e requer apenas desinfecção e cloração em um processo simplificado de tratamento. Finalmente, a localização do poço, pelas características da bacia, é adequada para a obtenção de vazão de produtividade, entretanto, a vazão obtida no teste de bombeamento vem sendo diminuída possivelmente por superexploração.

Palavras Chaves: basaltos, hidrogeologia, recursos hídricos, disponibilidade hídrica

## ABSTRACT

SOUSA, Raquel Valério. Preliminary assessment of the relationship between the productivity of a tubular well and water quality, with the geological-physiographic characteristics of the Basin of interest, in Paineira/SC. 2020. 104 p. Monograph (MBA in Area Management Contaminated, Sustainable Urban Development and Brownfields Revitalization). Polytechnic School of the University of São Paulo, São Paulo, 2020.

The study aims to characterize the physiographic/hydrological, geological and hydrogeological aspects of a small hydrographic basin in Paineira, to preliminarily analyze the existence of influences on the location aspect, and quantitatively on the flow obtained from the well drilled in the area of the Paineira river basin, and also present and discuss the results of the raw water quality parameters of both sources.

Various thematic maps were prepared and flow tests were carried out for both the surface water resource (Paineira river) and the well, and water samples were also collected in the well and in the river, and sent to an accredited laboratory by INMETRO, for evaluation of some potability parameters.

Physiographic and geological characteristics point out that the well drilling site, due to the general characteristics presented, is a favorable point, in a small plain area, on the left bank of the river, and with a reasonable network of surface lineaments, which indicate a good pattern of deep fractures.

The original flow of the well (5.8 L/s) is classified as moderate, according to the CPRM Classification, but as indicated by the current flow test (2.3 L / s), it has been decreasing, possibly due to overexploitation. The Paineira River resulted in low water availability, of 3.72 L / s, and the underground source, possibly contributes to feed the flow of the river, classified as Class II, by the parameters obtained in the analysis of the water samples.

Qualitatively, the well water is typical of tholeiitic basalts, of Serra Geral Formation, calcium bicarbonate type, and requires only disinfection and chlorination in a simplified treatment process. Finally, the location of the well, due to the characteristics of the basin, is adequate for obtaining productivity flow, however, the flow obtained in the pumping test has been reduced, possibly due to overexploitation.

Keywords: basalts, hydrogeology, water resources, water availability

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
3	JUSTIFICATIVA.....	15
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
4.1	ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL.....	16
4.2	ASPECTOS LEGAIS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS LEI 9.433/1997.....	20
4.2.1	LEGISLAÇÃO: Recursos Hídricos Superficiais.....	20
4.3	ASPECTOS LEGAIS PARA OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM SANTA CATARINA.....	22
4.3.1	Outorgas e vazões – Recursos hídricos superficiais.....	22
4.3.2	OUTORGAS E VAZÕES – recursos hídricos subterrâneos.....	25
4.4	CÁLCULO DA DEMANDA ATUAL E FUTURA NO MUNICÍPIO DE PAINEL 26	
4.5	PARÂMETROS DE QUALIDADE - ALGUNS ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO 27	
4.6	PARÂMETROS FISIOGRAFICOS DA BACIA.....	29
4.7	TESTE DE BOMBEAMENTO.....	33
5	METODOLOGIA.....	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
6.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO PAINEL NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	37
6.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAINEL 37	
6.1	ÁREAS DE RECARGA DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS.....	42
6.1.1	Recarga na Bacia do Rio Painei.....	44
6.1.2	Recarga da água Subterrânea na região da Bacia Hidrográfica do Rio Painei ...	46
6.2	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DO POÇO PERFURADO NA ÁREA DA BACIA DO RIO PAINEL.....	49
6.3	ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NOS MANANCIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO PAINEL.....	51



6.3.1	ÁGUA SUPERFICIAL .....	51
6.3.2	ÁGUA SUBTERRÂNEA.....	54
6.4	ANÁLISE DA DEMANDA DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PAINEL.....	56
6.5	QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PAINEL E DO POÇO TUBULAR...	58
6.5.1	MANACIAL SUPERFICIAL – QUALIDADE da água no RIO PAINEL .....	59
6.5.2	MANACIAL SUBTERRÂNEO – QUALIDADE DA ÁGUA DO POÇO .....	64
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	68
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos de um teste de aquífero e de produtividade de um poço .....	33
Figura 2 - Mapa de localização do município de Painei em relação ao estado de Santa Catarina .....	37
Figura 3 - Mapa de localização do poço tubular em relação ao rio Painei .....	38
Figura 4 - Mapa geológico da área da bacia rio Painei.....	39
Figura 5 - Diagrama de Rosetas para os lineamentos estruturais na área da bacia hidrográfica do rio Painei .....	39
Figura 6 - Mapa de solos na área da bacia hidrográfica do rio Painei .....	40
Figura 7 - Mapa de curvas de nível da bacia hidrográfica do rio Painei .....	41
Figura 8 - Mapa de declividades na bacia hidrográfica do rio Painei.....	41
Figura 9 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Painei.....	43
Figura 10 - Mapa de fluxo subterrâneo na área da bacia do rio Painei.....	48
Figura 11 - Poços utilizados na elaboração do mapa de fluxo subterrâneo .....	48

Tabela 1 – Populações totais anuais do município – 2011 e 2019 .....	26
Tabela 2 – Populações urbanas – 2011 e 2019 .....	26
Tabela 3 – Projeção de crescimento da população de Painei até 2030 e 2045. ....	26
Tabela 4 - Dados dos poços escolhidos para a elaboração do mapa de fluxo subterrâneo.....	47
Tabela 5 - Comparação dos resultados dos parâmetros de água bruta, do rio Painei, com a CONAMA 357/2005 e com a Portaria 2914/2011 .....	59
Tabela 6 – Comparação dos resultados de potabilidade das amostras coletadas na entrada do sistema de tratamento da ETA CASAN/Painei (água do poço) com a Portaria 2914/2011 .....	64

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil há muitas localidades com ocupação desordenada e sem infra-estrutura, principalmente no que se refere a saneamento básico, que acaba por poluir os recursos hídricos superficiais com esgotos domésticos, sem tratamento. Outro fator de impacto negativo na qualidade da água dos mananciais é o lançamento de efluentes industriais com parâmetros fora de padrões exigidos pela legislação brasileira, pela dificuldade de fiscalização por parte dos órgãos ambientais brasileiros. Além disso, acrescenta-se o uso indiscriminado de agrotóxicos que acabam poluindo os solos nas áreas agricultáveis, e ocasionam poluição difusa, também comprometendo a qualidade da água dos rios. Finalmente, os processos de desmatamento que avançam em escalas regionais, em todas as regiões do país, influenciam de forma direta na manutenção da vazão e da qualidade dos recursos hídricos superficiais. Todos estes fatores acabam por direcionar a captação de água de mananciais superficiais para mananciais subterrâneos, ocasionando uma pressão neste recurso hídrico, tanto no quesito quantidade quanto qualidade e requer, deste modo, uma gestão integrada dentro das áreas das bacias, para a preservação e atendimento das necessidades humanas, dentro dos limites possíveis, além da dessedentação de animais.

Por sua vez, a utilização da água subterrânea é, regra geral, a alternativa mais barata, pelo fato de ocorrer de forma extensiva sob uma camada de solo não saturado e pode ser aproveitada sem os elevados custos de adução e tratamento característicos da captação da água de rios e lagos (REBOUÇAS, 2002, apud MOTTA e COSTA et al., 2008).

As características fisiográficas de uma bacia hidrográfica, a geologia, o tipo de aquífero e suas propriedades, o tipo de solo, indicam, quando analisados de forma integrada, aquelas localidades mais favoráveis à perfuração de poço tubular, com a maior probabilidade de ser produtivo e ter características hidroquímicas interessantes para o consumo humano e dessedentação de animais.

Neste contexto, o município de Painei está localizado na Bacia Hidrográfica 4, e o abastecimento da cidade é realizado por poço tubular profundo, perfurado em meio fissural. Neste estudo foi delimitada uma pequena bacia onde foi locado o poço, sendo que na maior parte da área ocorrem basaltos e a noroeste da área afloram arenitos da Formação Botucatu. A região apresenta um sistema de lineamentos na direção NE-SW e os secundários na direção NW-SE. O poço foi locado à margem esquerda do córrego Painei.

As rochas em aquífero tipo fissural compreendem um sistema anisotrópico e heterogêneo, configurados por uma fratura ou conjunto de fraturas, também denominados de condutores hidráulicos (MORAIS, 1999). A produtividade de poços considerada boa, segundo a CPRM, varia de 5 a 40 m<sup>3</sup>/h. No caso do poço em estudo, a vazão medida à época do teste de bombeamento resultou em 5,8 L/s, considerada de boa produtividade para um aquífero fissural, mas o teste recente indicou 2,3 L/s, portanto, um indicativo de superexploração do poço, ou rebaixamento do NE<sup>1</sup>, devido ao período prolongado de seca, o que requer investigação mais detalhada.

As análises de água bruta, coletadas diretamente no poço, indicaram uma qualidade boa que, se tratada com um sistema simples de cloração e fluoretação, a tornam própria para o abastecimento humano, e pode ser classificada preliminarmente como água bicarbonatada cálcica.

Na análise da ocupação do entorno da bacia hidrográfica de interesse, há atividades a montante capazes de alterar a qualidade da água superficial com agrotóxicos, mas com baixa influência de esgotos domésticos e ausência de atividade industrial. Desse modo, considerando a área de recarga na localidade do poço, não foram identificados poluentes capazes de alterar a qualidade da água.

O estudo aponta que as características fisiográficas e geológicas/hidrogeológicas da área são favoráveis para a perfuração, embora há indícios de superexploração do poço.

---

<sup>1</sup> Nível Estático (NE)

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo é avaliar preliminarmente a relação entre a produtividade de um poço tubular e a qualidade da água, com as características geológicas-fisiográficas da Bacia de interesse, no município de Paineira/SC.

Os objetivos específicos são:

- ✓ Compilação bibliográfica;
- ✓ Elaboração de mapa geológico;
- ✓ Elaboração do mapa de declividades;
- ✓ Elaboração do mapa de curvas de nível;
- ✓ Elaboração do mapa de solos;
- ✓ Elaboração de mapa de lineamentos estruturais;
- ✓ Elaboração do mapa de fluxo subterrâneo;
- ✓ Discussão das áreas de recarga dentro da bacia de interesse;
- ✓ Discussão das vazões atuais medidas em campo, no rio da bacia de interesse e no poço tubular;
- ✓ Avaliação da qualidade da água bruta do rio e do poço.

### 3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista as dificuldades em locação de poços tubulares com a maior probabilidade de ter boas vazões de produção, é necessário a integração de várias técnicas, desde a análise de imagens de satélite e ou fotografias aéreas, conhecer a geologia, a hidrogeologia, as características fisiográficas da bacia de interesse, a presença e comportamento de lineamentos estruturais, as áreas de recarga, que aliados às técnicas mais sofisticadas, como a geofísica (eletorresistividade e /ou Sísmica de Refração), dão maior segurança nos investimentos para a perfuração, diminuindo o risco de improdutividade.

Este estudo, no entanto, limita-se a discutir preliminarmente os aspectos das características da bacia de interesse e sua relação com a produtividade do poço, usado para abastecimento público no município de Paineira/SC, além de apresentar os valores obtidos na análise da água bruta do manancial, em vista dos parâmetros de potabilidade exigidos em lei e correlacionar com o uso e ocupação na área do entorno da bacia hidrográfica. Ressalta-se que no município já houve captação por manancial superficial, no próprio rio Paineira, na mesma bacia de locação do poço tubular, mas que devido à baixa disponibilidade hídrica, a empresa de abastecimento buscou a alternativa no manancial subterrâneo.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL

A bacia sedimentar do Paraná tem 1,6 milhão de Km<sup>2</sup>, sendo cerca de 1 milhão de Km<sup>2</sup> nas regiões sudeste e sul do Brasil, 100.000 Km<sup>2</sup> na região noroeste do Uruguai e 400.000 Km<sup>2</sup> no nordeste da Argentina. Os pacotes de sedimentos são formados por uma espessa camada de arenitos que variam de 50 a 300 m de espessura intercalados com rochas de texturas mais finas (siltitos e argilitos) (Formação Pirambóia e Botucatu) e todo esse pacote é recoberto por basaltos, da Formação Serra Geral, que atingem na bacia cerca de 800.000 Km<sup>2</sup> de extensão, podendo atingir até 2000 m na direção do centro da bacia (REBOUÇAS, 1996, apud GIAMPÁ e GONÇALES, 2013).

Três principais grupos de lineamentos cortam o embasamento da Bacia do Paraná, NW-SE, NE-SW e E-W, sendo os de orientação NW-SE e NESW os mais importantes (ZALÁN *et al.*, 1990). Derivados do cinturão móvel Brasileiro estas zonas de fraqueza serviram de propagação de esforços até o interior do continente. Os lineamentos E-W apresentam-se paralelos às zonas de fraturas oceânicas, o que sugere relação com o desenvolvimento do oceano Atlântico Sul. O esforço exercido na borda da placa durante o Neo-Ordoviciano causou a flexura da crosta levando à subsidência de direção NE-SW, representada pelo Arco de Assunção, dando início à deposição de sedimentos (CONCEIÇÃO, ZALÁN, E WOLFF, 1988; MILANI & RAMOS, 1998; MILANI *et al.*, 2007).

As rochas da Formação Serra Geral acomodam-se sobre os arenitos eólicos da Formação Botucatu, ambos pertencentes à Supersequência Gondwana III, ou diretamente sobre o embasamento.

Em termos composicionais, os basaltos toleíticos representam cerca de 90% do total das rochas. Ocorrem subordinadamente andesitos (7%), riolitos e riodacitos (3%) (TURNER *et al.*, 1994; WAICHEL *et al.*, 2006; FRANK *et al.*, 2009).

A tectônica da Bacia do Paraná e o processo de resfriamento das rochas vulcânicas permitiu a formação de um sistema poroso fissural, com o acúmulo e circulação de água nestas estruturas.



A Formação Serra Geral é composta essencialmente de rochas ígneas vulcânicas como basaltos toleíticos e andesitos basálticos. As principais estruturas primárias são contatos interderrames (descontinuidades atectônicas de grande extensão lateral); zonas de basalto vesicular e amigdaloidal preenchidas principalmente por calcita, quartzo e zeólitas; áreas horizontes de basalto compacto, geralmente diaclasados, característicos de zonas de exclusão, além de tratos de base de derrame, raramente vesicular, com fraturas paralelas ao contato. Associados ao mesmo ciclo de vulcanismo ocorrem diques e soleiras de diabásio, faixas fraturadas subhorizontais e subverticais, com juntas e falhas, diques de arenito injetados, tufos vulcânicos, aglomerados (MANASSES et al., 2011).

A Formação Serra Geral, um extenso evento vulcânico, foi datada aproximadamente em 132 Ma (RENNE et al., 1992, apud FRANCO MAGALHÃES, 2010) e cobriu cerca de 75% de toda a superfície da Bacia do Paraná (PICCIRILLO & MELFI, 1988; PICCIRILLO et al. 1988, apud FRANCO MAGALHÃES op.cit). Neste mesmo período, soleiras e diques de diabásio, estes últimos denominados de Enxame de Diques do Arco de Ponta Grossa, intrudiram as rochas neopaleozóicas da bacia do Paraná, principalmente aquelas pertencentes às formações Rio Bonito e Irati e, em menor proporção o Grupo Itararé; bem como rochas pertencentes ao seu embasamento cristalino. Este enxame de diques constitui a feição geológica mais notável dos alinhamentos estruturais, de direção preferencial entre N50W e N60W, com extensão que varia de alguns metros a dezenas de quilômetros, datados entre 129 e 131Ma (RENNE et al. 1996, apud FRANCO MAGALHÃES op.cit.).

O mapeamento geológico detalhado é o primeiro passo para a pesquisa de água subterrânea em aquíferos fissurais, para obtenção de dados quanto à tectônica e petrografia. Desse modo, devem ser observados os tipos de ruptura, seu mergulho, litologia, contatos geológicos, zonas de mantos de intemperismos. Também é importante a análise de fraturas interconectadas, que vão alimentar os grandes falhamentos regionais.

SIQUEIRA (1963) apud GIAMPÁ E GONÇALEZ, 2013, cita a importância de drenagens controladas por drenagens (racho e fendas) e lineamentos que podem ser importantes fontes de recarga para os grandes fraturamentos. O padrão de drenagem (dendrítico, retangular, radial, anular etc.), obtido na fotointerpretação geológica de uma determinada área, como é um auxiliar na interpretação da geologia estrutural, acaba também sendo um importante fator na locação de poços. O relevo também pode ser um importante fator condicionante como preconiza COSTA

(1986) apud GIAMPÁ E GONÇALES, op. cit. no sucesso em locação de poços, com melhores vazões.

COSTA (1986) fez uma análise dos fatores que atuam no aquífero fissural, em áreas piloto, da Paraíba e Rio Grande do Norte. Segundo este autor, há dois fatores que atuam nos aquíferos fissurais, sendo exógenos e endógenos. Dos fatores exógenos citam-se clima, relevo, hidrografia, vegetação, infiltração e coberturas sedimentares, e em relação aos fatores endógenos estão as estruturas geológicas e mecânica das rochas.

Destes, o clima e vegetação tem importância regional, não implicando de forma direta na locação do poço, mas na condição de recarga das áreas. O relevo tem uma influência maior na locação, que dependendo da litologia, pode ser alocado na planície, flancos menos elevados de encostas, vales de rios tributários etc.

No aquífero fissural, propriamente, principalmente nas regiões onde o manto de intemperismo é pouco espesso, a hidrografia atua como área de recarga ou descarga, com rios influentes e efluentes, respectivamente, sendo importante a relação água superficial/água subterrânea.

O sistema de fluxo subterrâneo na Formação Serra Geral, segundo FERNANDES et.al (2011), identificado no estudo dos levantamentos estruturais de detalhe e a análise de fraturas, levou à identificação de quatro eventos tectônicos. Os autores concluíram que o fluxo vertical de água subterrânea é importante até a profundidade de 10 m e, secundariamente, até 25 m. O fluxo horizontal, mais importante até a profundidade de 50 m, ocorre ao longo de fraturas preferencialmente localizadas nos contatos entre os basaltos B2 e B3 ou próximas a estes. Desse modo sugeriram que a recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG) através do Aquífero Serra Geral (ASG) é dificultada pela não propagação de fraturas nos níveis vesiculares dos basaltos, presentes nos contatos entre derrames, que funcionariam como uma barreira hidráulica de caráter regional. Assim a circulação de água subterrânea nos basaltos é do tipo limitada por estratos (*stratabound*), uma vez que é muito mais intensa paralelamente aos derrames do que transversalmente a eles. Com base em feições diagnósticas de fluxo, propuseram que o fluxo vertical, que atravessa toda a pilha de basaltos e chega ao SAG, quando presente, ocorra segundo estruturas de direção NE.

Uma das grandes vantagens do uso de água subterrânea é o fato de ser naturalmente filtrada e depurada pelos mecanismos físico-biogeoquímicos que ocorrem no solo e subsolo não

saturado. Por outro lado, a água subterrânea, de um certo modo, está mais protegida das atividades antrópicas de um modo geral: indústrias, esgotos, agrotóxicos etc. Além disso, nas áreas urbanas o risco de contaminação de água subterrânea é maior.

As considerações a seguir foram feitas por REBOUÇAS (1996) apud GIAMPÁ E GONÇALES, 2013. Os constituintes mineralógicos das rochas atravessadas pela água subterrânea são os responsáveis pela qualidade dessa água, e mais uma vez o conhecimento da geologia, seus minerais, definem os teores em sais dissolvidos ou de compostos químicos precipitados na água.

As fontes de contaminação mais importantes são as de origem antrópica, localizadas nas áreas relativamente mais urbanizadas ou industrializadas. Atualmente, os impactos dessas atividades são sentidos no meio rural, com a expansão do uso de insumos químicos na agricultura (GIAMPÁ E GONÇALES, 2013). Ainda segundo estes autores as rochas aquíferas mais profundas, que formam sistemas confinados associados às sequências alternadas de camadas de arenitos permeáveis e de siltitos argilosos relativamente pouco permeáveis, passam a ter importância hidrogeológica crescente para extração de água subterrânea de boa qualidade.

O pacote confinante de rochas vulcânicas apresenta falhas, fraturas e descontinuidades interderrames que são, local e ocasionalmente, bons aquíferos. Os arenitos intercalados são conhecidos como *intertraps*. As vazões de 5000 poços já perfurados variam de 5 m<sup>3</sup>/h (1,3 L/s) a 20 m<sup>3</sup>/h (5,5 L/s), para abastecimento público e industrial. As profundidades mais comuns dos poços variam de 50 m a 100 m e a água, no geral, é de boa qualidade para consumo humano, exceto os casos de excesso de ferro e /ou sílica.

Na região sul do Brasil, os rios recebem cargas de fluxos subterrâneos, que regulam a sua vazão em período sem chuvas. Os poços construídos na borda da bacia possuem vazões entre 10 m<sup>3</sup>/h e 50 m<sup>3</sup>/h, podendo atingir 100 m<sup>3</sup>/h, e os teores de STD variam de menos de 100 mg/L até mais de 2000 mg/L.

A condutividade hidráulica em aquíferos anisotrópicos é muito variável, e por vezes sua determinação é bastante complexa. ROSA FILHO et al. (1987) apud MANASSES et al. (2011), observaram que as descontinuidades físicas das rochas diminuem com a profundidade, pela compactação da rocha, resultando em fraturas cada vez mais fechadas.

Qualitativamente, a água do aquífero Serra Geral é predominantemente bicarbonatada cálcica, para os basaltos, podendo também ocorrer as águas bicarbonatadas sódicas, e calco-sódicas, segundo ROSA FILHO et al. (1987) op. cit. e ATHAYDE et al. (2006).

Os processos geoquímicos e biogeoquímicos que ocorrem no ciclo hidrológico e controlam a composição química da água subterrânea definem o ciclo hidrogeoquímico, particular a cada ambiente hidrogeológico (MESTRINHO, 2012). A compreensão desse ciclo envolve interações da água entre sólidos, gases e micro-organismos numa sequência de reações e processos que incluem: reações ácido-base e de oxirredução, dissolução/precipitação de sólidos, processos de sorção e troca iônica etc. Ainda, podem ser citadas as reações de biotransformação, que envolvem micro-organismos, influenciam na concentração de alguns elementos como carbono, nitrogênio, enxofre e ferro. Alguns processos podem modificar a concentração do constituinte presente, alterar a forma química e promover a sua atenuação ou remoção do meio. O tipo de ocupação do entorno pode evidenciar algum contaminante de origem antrópica.

A mineralogia das rochas é determinante na classificação hidroquímica da água subterrânea, como por exemplo, o  $\text{Ca}^{+2}$  é originado de carbonatos, enquanto o  $\text{Na}^{+}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  decorrem da solubilização de minerais como feldspatos (plagioclásios) e piroxênios.

Ainda de acordo com FRAGA (1986), a possível interconexão hidráulica por meio de fraturas entre os arenitos da Formação Botucatu e os basaltos da Formação Serra Geral, resulta em águas com qualidade hidroquímica que representa uma mistura na circulação entre estes dois aquíferos.

BITTENCOURT et al. (2003) apud MANASSES (2011) afirmam que a água classificada como mista, segundo a classificação de Piper, é bastante comum no aquífero Serra Geral.

## 4.2 ASPECTOS LEGAIS DA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS LEI 9.433/1997

### 4.2.1 *LEGISLAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS*

De acordo com os Fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH (Lei 9433 de 08 de janeiro de 1997), observa-se que:

- ✓ Art. 1º, item III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais.
- ✓ Art. 1º, item IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo da água.

Isto significa que uma única atividade ou usuário não pode se valer de toda a quantidade de água disponível, mesmo que este seja o único usuário na bacia. Na forma da lei, este controle é realizado pelo instrumento da PNRH, denominado de OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS. Segundo a Art. 11 da PNRH verifica-se que:

*(...) Art. 11º O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.*

Portanto, atividades que captam água do ambiente natural para diversos fins como para o abastecimento público, dependem da outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos.

*(...) Art. 12. Estão sujeitos a outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:*

I - derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

Destaca-se que a PNRH evidencia que a outorga deve assegurar os múltiplos usos dos recursos hídricos na bacia, conforme Art. 13, § único da PNRH. Ainda verifica a participação ativa do Poder Público quanto à competência para concessão da outorga, conforme Art. 14 da PNRH.

- ✓ Art. 13. Parágrafo único. A outorga de uso dos recursos hídricos deverá preservar o uso múltiplo destes.
- ✓ Art. 14. A outorga efetivar-se-á por ato da autoridade competente do Poder Executivo Federal, dos Estados ou do Distrito Federal.

A PNRH determina que a outorga poderá ser suspensão, de forma parcial ou definitiva, em definitivo ou por prazo determinado, conforme seu Art. 15, itens de I a VI.

Art. 15. A outorga de direito de uso de recursos hídricos poderá ser suspensão parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determinado, nas seguintes circunstâncias:

- ✓ não cumprimento pelo outorgado dos termos da outorga;

- ✓ ausência de uso por três anos consecutivos; necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive as decorrentes de condições climáticas adversas;
- ✓ necessidade de se prevenir ou reverter grave degradação ambiental;
- ✓ necessidade de se atender a usos prioritários, de interesse coletivo, para os quais não se disponha de fontes alternativas;
- ✓ necessidade de serem mantidas as características de navegabilidade do corpo de água.

#### 4.3 ASPECTOS LEGAIS PARA OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM SANTA CATARINA

Os aspectos da regulamentação de usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, serão discutidos a seguir.

##### 4.3.1 OUTORGAS E VAZÕES – RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos representa um instrumento pelo qual o Poder Público autoriza, concede ou ainda permite ao usuário fazer o uso deste bem público. É por meio deste ato que o Estado exerce, efetivamente, o domínio das águas preconizado pela Constituição Federal.

No estado de Santa Catarina, portaria específica emitida pela Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS-SC), regulamenta a concessão de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Trata-se da PORTARIA SDS nº 51 de 02 de outubro de 2008 que altera a PORTARIA SDS nº 36 de 29 de julho de 2008, que estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências.

De acordo com a PORTARIA SDS nº 36 de 29 de julho de 2008, Art. 1º e Art. 2º ficam estabelecidos os critérios técnicos para concessão da outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos.

(...)

*Art. 1º - Estabelecer, em caráter provisório, até que seja aprovada resolução normativa do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, os critérios a serem adotados nas análises dos requerimentos de outorga de direito de uso dos recursos hídricos para captação de águas superficiais de domínio do Estado de Santa Catarina.*

Art. 2º - Para a análise de disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d'água de domínio do Estado de Santa Catarina, será adotada, como vazão de referência, a Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo).

De acordo com a PORTARIA SDS nº 51 de 02 de outubro de 2008 Art. 2º, Parágrafos 1º, 2º e 3º fica estabelecido que a vazão de referência Q98 é a vazão base para concessão da outorga, sendo possível outorgar até 50% da vazão Q98, e que um usuário pode-se valer de no máximo 20% da vazão outorgável (50% da Q98), podendo em casos de escassez hídrica, exceder esta restrição até o limite de 80% da vazão outorgável (50% da Q98) quando a finalidade de uso da água for exclusivamente para o abastecimento público, desde que neste período de escassez, o uso da água seja feito em caráter racional, sem desperdícios ou consumos excessivos.

(...)

§ 1º - A vazão outorgável será equivalente a 50% da vazão de referência Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo).

§ 2º - Enquanto o limite máximo de derivações consuntivas em todas as seções de controle de uma bacia hidrográfica for igual ou inferior a 50% da vazão de referência Q98, as outorgas poderão ser emitidas pela SDS, baseadas na inexistência de conflito quantitativo para uso consuntivo da água.

§ 3º - O limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgado na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial considerada é fixado em 20% da vazão outorgável, podendo ser excedido até o limite de 80% da vazão outorgável quando a finalidade do uso for para consumo humano, desde que seu uso seja considerado racional.

Em recursos hídricos superficiais, a vazão outorgada relaciona-se à quantidade de água relacionada aos diversos tipos de usos, visando não apenas as demandas, mas também os aspectos sociais, econômicos e ambientais, visando o equilíbrio ecológico e usos futuros das águas.

Os critérios fundamentais previstos na PNRH (Lei 9433/97) durante a análise do processo de outorga são: a) as prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos; b) o respeito à classe em que o corpo d'água estiver enquadrado; c) a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso, e; d) a relevância da preservação do uso múltiplo dos recursos hídricos.

No estado de Santa Catarina, a emissão da outorga cabe à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), por meio da Diretoria de Recursos Hídricos, para os usos de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) que alterem as condições quantitativas e/ou qualitativas das águas.

O Decreto Estadual nº 4.778, de 11 de outubro de 2006, regulamentou este instrumento, estabelecendo os critérios para a “concessão”, “licença de uso” e “autorização”, bem como para a “dispensa”.

Os rios e lagos que banham mais de um Estado ou país e, ainda, as águas armazenadas em reservatórios administrados por entidades federais são de domínio da União e, nestes casos, a outorga é emitida pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Segundo o Decreto Estadual nº 4.778/2006/96 que regulamenta a Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos no estado de Santa Catarina, entende-se como uso da água qualquer utilização, serviço ou obra em recurso hídrico, independentemente de haver ou não retirada de água, barramento ou lançamento de efluentes, que altere seu regime ou suas condições qualitativas ou quantitativas, ou ambas simultaneamente.

A vazão outorgável (VO), portanto, constitui uma parcela da vazão de referência (VR) da água de um rio, que por sua vez são as vazões mínimas, que devem garantir a sustentabilidade do ecossistema. Neste caso, as vazões mínimas aplicadas como referência são vazões de elevada permanência no tempo, calculadas de forma estatística, e não é todo o volume de água do manancial.

A vazão de referência obtida em uma estação pluviométrica pode ser extrapolada para outras seções do curso d'água, com base na área da bacia hidrográfica contribuinte e na quantidade de chuvas de uma região. Os critérios para definir a porcentagem da vazão de referência para a outorga levam em consideração a vazão ambiental no trecho considerado de um rio, as demandas e os aspectos hidrológicos na bacia hidrográfica. Conforme as peculiaridades regionais, existem legislações específicas que definem as vazões de referência, e, conseqüentemente as porcentagens outorgáveis.



#### 4.3.2 OUTORGAS E VAZÕES – RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

As Resoluções 2 e 3 de 2014 regulamentam os procedimentos de Outorgas de Recursos Hídricos Subterrâneos no estado de Santa Catarina.

O Art. 13 da Resolução 2, Cap.VI dispõe que todos os usuários são obrigados a se cadastrar no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos, e o Art. 15. Cap. VI, cita que “(...) o interessado deverá solicitar ao órgão gestor de Recursos Hídricos Autorização Prévia para perfuração de poço, ou para execução de qualquer obra que configure a captação de água subterrânea, incluída em projetos, estudos e pesquisas”.

O Art. 16, cita que “(...) Uma vez concedida a Autorização Prévia e implantado o projeto, o interessado deverá solicitar a outorga de direito de uso de recursos hídricos para extração de água subterrânea”.

O Art. 17. Cap. VI, menciona que “(...) *As autorizações prévias e as outorgas referidas nos artigos 15 e 16 serão condicionadas ao Plano Estadual de Recursos Hídricos e aos Planos de Bacias Hidrográficas, e também a outros planos que venham a ser estabelecidos, tais como Planos Diretores Municipais, Planos de Saneamento Básico, Plano Estadual de Resíduos Sólidos, levando-se em consideração os fatores econômicos, ambientais e sociais.*

§ 1º As Autorizações Prévias serão concedidas por prazo fixo, nunca excedente a 3 (três) anos.

§ 2º As Outorgas de Direito de Uso de RH serão concedidas por prazo fixo, nunca excedente a 20 anos.

§ 3º As vazões inferiores a 5 (cinco) metros cúbicos por dia são consideradas insignificantes e destinadas exclusivamente ao consumo familiar e de pequenos núcleos populacionais dispersos no meio rural, independentemente de outorga, ficando, todavia, sujeitas à inspeção e fiscalização do órgão gestor.

A Resolução 03/2014 em seu Art. 1º estabelece os procedimentos e critérios de natureza técnica para as solicitações de outorga.

O principal critério para definir a outorga de água subterrânea é o teste de vazão do poço.

#### 4.4 CÁLCULO DA DEMANDA ATUAL E FUTURA NO MUNICÍPIO DE PAINEL

Pelo Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Painei (2011) foram calculadas as vazões para as projeções de crescimento da população total, urbana e rural, de 2011 até 2030, considerando uma taxa de crescimento acumulativo da população de 1,3% a.a., tomando por base o período entre 2007 e 2009 do Censo demográfico, IBGE (2000). Para os cálculos das vazões foram usadas as fórmulas de Porto (2006) apud Consórcio, SOTEP/IGUATEMI/AR, 2011 (Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Painei, 2011).

Então, pelo método geométrico, foram consideradas também somente as populações totais anuais do município e as populações urbanas, estimadas pelo Censo IBGE, respectivamente, para os anos de 2011 e 2019, para o cálculo da constante geométrica ( $K_g$ ), conforme Tabela 1 e Tabela 2, e as equações a, b e c, a seguir:

Tabela 1 – Populações totais anuais do município – 2011 e 2019

Tempo	ANO	Pop (hab.)	Fonte
$T_1$	2011	$P_1 = 2419$	Consórcio, Sotepa/Iguatemi/Ar, 2011/Painei
$T_2$	2019	$P_2 = 2682$	

Tabela 2 – Populações urbanas – 2011 e 2019

Tempo	ANO	Pop (hab.)	Fonte
$T_1$	2011	$P_1 = 972$	Consórcio, Sotepa/Iguatemi/Ar, 2011/Painei
$T_2$	2019	$P_2 = 1078$	

$$a) Pf = P_2 \times e^{Kg \times (T - T_2)}; \quad b) Kg = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{T_2 - T_1}; \quad c) e = 2,72$$

A projeção de crescimento da população para 2030 e 2045, é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Projeção de crescimento da população de Painei até 2030 e 2045.

Ano	População Total (hab.)	População urbana (hab.)
<b>2030</b>	3091	1242
<b>2045</b>	3752	1508

#### 4.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE - ALGUNS ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO

Como previsto na Política Nacional (Lei 9.433/97) e Estadual de Recursos Hídricos (Lei 9.748/94), o enquadramento dos corpos de água é muito mais que uma simples classificação, é um instrumento fundamental para o gerenciamento dos recursos hídricos e no planejamento ambiental. As metas de qualidade de água, definidas no Plano de Bacia, deverão buscar a melhoria do nível de qualidade do corpo de água, superficial ou subterrâneo, num prazo definido pelo Comitê.

Segundo o Sistema de Informações de Recursos Hídricos do estado de Santa Catarina:

*(...) Enquadramento em classes, segundo os usos preponderantes da água, é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo de água ao longo do tempo para garantir aos usuários a qualidade necessária ao atendimento de seus usos.*

O enquadramento dos corpos de água visa:

- ✓ I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- ✓ II - diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Para implementar este instrumento, foram estabelecidos procedimentos com base nas normas definidas na legislação ambiental específica, em especial, na Resolução nº. 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 17 de março de 2005, que classifica as águas doces, salobras e salinas do território nacional, segundo seus usos preponderantes.

Também o Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH aprovou a Resolução nº 12/2000, de 19 de julho de 2000, que estabeleceu procedimentos para o enquadramento de corpos de água, seguindo os preceitos da Lei das Águas.

No estado de Santa Catarina atualmente a Resolução nº 001/2008, de 30 de junho de 2008 dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina. Por esta mesma resolução, enquanto não houver o Plano Estadual e os Planos de Bacias definidos pelo seu Art. 1º resolve:

(...)

Art. 1º - Adotar a classificação estabelecida pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos.

A Resolução Conama 396 de 3 de abril de 2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas em função dos padrões de qualidade que possibilite o seu enquadramento.

A Portaria 2914/2011, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O Art. 13 desta Portaria estabelece o que segue, em seus incisos I, II e III:

I – exercer o controle da qualidade da água;

II – garantir a operação e a manutenção das instalações destinadas ao abastecimento de água potável em conformidade com as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das demais normas pertinentes; 17 Portaria MS nº 2.914/2011

III – manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, nos termos desta Portaria, por meio de:

- a. controle operacional do (s) ponto (s) de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição, quando aplicável;
- b. exigência, junto aos fornecedores, do laudo de atendimento dos requisitos de saúde estabelecidos em norma técnica da ABNT para o controle de qualidade dos produtos químicos utilizados no tratamento de água;
- c. exigência, junto aos fornecedores, do laudo de inocuidade dos materiais utilizados na produção e distribuição que tenham contato com a água;
- d. capacitação e atualização técnica de todos os profissionais que atuam de forma direta no fornecimento e controle da qualidade da água para consumo humano;
- e. análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes dos sistemas e das soluções alternativas coletivas, conforme plano de amostragem estabelecido nesta Portaria.

Ainda estabelece em seu Art. 21 que as análises laboratoriais para controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano podem ser realizadas em laboratório próprio, conveniado ou subcontratado, desde que se comprove a existência de sistema de gestão da qualidade, conforme os requisitos especificados na NBR ISO/ IEC 17025:2005, e em seu Art.

22., que as metodologias analíticas para determinação dos parâmetros previstos nesta Portaria devem atender às normas nacionais ou internacionais mais recentes (APHA, AWWA, WEF, USEPA, ISSO e OMS).

O Plano de amostragem deve atender:

- ✓ Art. 40, Inciso VI desta Portaria, em que “os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana”.
- ✓ Art. 41 da Portaria 2914/2011 se refere aos planos mínimos de amostragem a serem cumpridos pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema e de solução alternativa coletiva de abastecimento no monitoramento da qualidade da água na saída do tratamento e no sistema de distribuição.

Ainda se ressalta que no Art. 39 § 3º: “Na verificação do atendimento ao padrão de potabilidade expresso nos Anexos VII, VIII, IX e X, deste artigo, eventuais ocorrências de resultados acima do VMP devem ser analisadas em conjunto com o histórico do controle de qualidade da água e não de forma pontual”.

#### 4.6 PARÂMETROS FISIAGRÁFICOS DA BACIA

Os parâmetros utilizados na caracterização fisiográfica da bacia são os mais usuais em estudos técnicos, amplamente aplicados em caracterização de bacias e áreas de drenagem pela sua consolidação na literatura. Os parâmetros são:

##### ✓ Área (A)

De acordo com Rafaeli Neto (1994), a área de uma bacia hidrográfica é definida pela superfície poligonal plana resultante da projeção ortogonal do divisor de águas a um plano topográfico de referência, normalmente abaixo da superfície topográfica.

##### ✓ Perímetro (P)

O perímetro é o comprimento da linha virtual que circunda a área de drenagem, ou seja, a extensão do divisor de águas.

✓ Comprimento axial da bacia ( $L_x$ )

A medida do comprimento de bacias hidrográficas tem como origem a seção de saída ou foz da bacia ou área de drenagem, definida pelo plano de intersecção do divisor de águas com o rio principal (Rafaeli Neto, *op.cit.*). O final é o ponto mais distante da foz.

✓ Largura média da bacia ( $L_m$ )

A largura média da bacia hidrográfica é obtida a partir da divisão da área total pelo comprimento axial da área de drenagem conforme a equação.

$$L_m = \frac{A}{L_x}$$

Onde:  $L_m$ : largura média da bacia em (m);  $A$ : área da bacia ( $m^2$ );  $L_x$ : comprimento axial da bacia (m).

✓ Cotas altimétricas máxima e mínima

Busca-se neste item identificar os valores referentes a cota mais alta e mais baixa presente na bacia hidrográfica ou área de drenagem.

✓ Relevo total ( $R_t$ )

O relevo total é determinado a partir da diferença entre a cota mais alta e a mais baixa da área de drenagem conforme equação.

$$R_t = C_{máx} - C_{mín}$$

Onde:  $R_t$ : relevo total;  $C_{máx}$ : cota altimétrica máxima (m);  $C_{mín}$ : cota altimétrica mínima (m).

✓ Comprimento do canal principal ( $L$ )

O comprimento do canal principal na bacia hidrográfica é determinado pela distância do curso d'água deste a sua foz até a origem do canal na bacia.

✓ Índice de sinuosidade do canal principal ( $I_s$ )

A sinuosidade do canal principal é a relação entre a distância da desembocadura do rio e a nascente mais distante (equivalente vetorial), medida em linha reta, e o comprimento do canal principal conforme equação. Uma possível classificação para o  $I_s$  é:  $0 < I_s < 20$ , muito reto;  $20 < I_s < 29$ , reto;  $30 < I_s < 39,9$ , divagante;  $40 < I_s < 49,95$ , sinuoso e  $50 < I_s$ , muito sinuoso.

$$I_s = \frac{100(L - eV)}{L}$$

Onde: Is: índice de sinuosidade (%); L: comprimento real do canal principal (m); e V: comprimento do canal principal em linha reta (m).

✓ Fator de forma (Kf)

Relaciona a forma da bacia ou área de drenagem com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia, podendo ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia (TEODORO et al., 2007).

O valor referente ao fator de forma é obtido conforme equação. Uma possível classificação para o Kf é:  $1,00 < Kf < 0,75$  sujeito a enchentes;  $0,75 < Kf < 0,50$ , tendência mediana e  $Kf < 0,50$ , não sujeito a enchentes.

$$Kf = \frac{A}{Lx^2}$$

Onde: Kf: fator de forma (adimensional); A: área da bacia (m<sup>2</sup>); Lx: comprimento da bacia (m).

✓ Coeficiente de compacidade (Kc)

A relação do perímetro de uma bacia hidrográfica ou área de drenagem e a circunferência de círculo de área igual à da bacia ou área de drenagem constitui o coeficiente de compacidade (GARCEZ; ALVAREZ, 1998).

Deste modo, quando o coeficiente de compacidade for igual a 1, a bacia hidrográfica possui formato circular, com maior propensão a inundações, conforme equação. Uma possível classificação para o Kc é:  $1,00 < Kc < 1,25$ , bacia com alta propensão a grandes enchentes;  $1,25 < Kc < 1,50$ , bacia com tendência mediana a grandes enchentes e  $Kc > 1,50$  bacia não sujeita a grandes enchentes.

$$Kc = \frac{0,282 \times P}{\sqrt{A}}$$

Onde: Kc: coeficiente de compacidade (Adimensional); P: perímetro (m); A: área da bacia hidrográfica (m<sup>2</sup>).

✓ Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem (Dd) é a relação entre o comprimento total de todos os cursos de água e a área total da bacia ou área de drenagem (NUNES et al, 2006). Este índice varia de 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas. Quanto maior for este índice, maior a capacidade tem a bacia de escoar suas enchentes. (VILLELA e MATTOS, 1975, apud NUNES op.cit.).

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Onde: Dd: densidade de drenagem (m/m<sup>2</sup>); Lt: comprimento de todos os canais da rede hidrográfica (m); A: área da bacia (m<sup>2</sup>).

✓ Tempo de Concentração (Tc)

O tempo de concentração (Tc) é um dos parâmetros mais importantes da bacia. Ele representa o tempo necessário para que toda a água precipitada na bacia passe pela seção do rio objeto de estudo ou investigação.

$$Tc = 0,3 \frac{L^{0,76}}{I^4}$$

Onde: Tc: Tempo de concentração (Horas); L: comprimento do canal principal (km); I: Declividade (%)

De acordo com ALMEIDA JUNIOR (2012), a vazão mínima em uma seção transversal de um curso d'água está diretamente relacionada com a disponibilidade hídrica.

Um dos métodos mais conhecidos e de boa precisão para a medição de vazão a vau (*in situ*) é com o uso do equipamento denominado molinete hidrométrico. O molinete é um equipamento com hélices que giram de acordo com a velocidade do fluxo de água que passa pelas mesmas, e é caracterizado por ser um velocímetro em forma de torpedo, que mede de forma pontual a velocidade da corrente de água por unidade de tempo (CARVALHO, 2008). A autora deste estudo acompanhou a medição de vazão a vau do rio Painei.



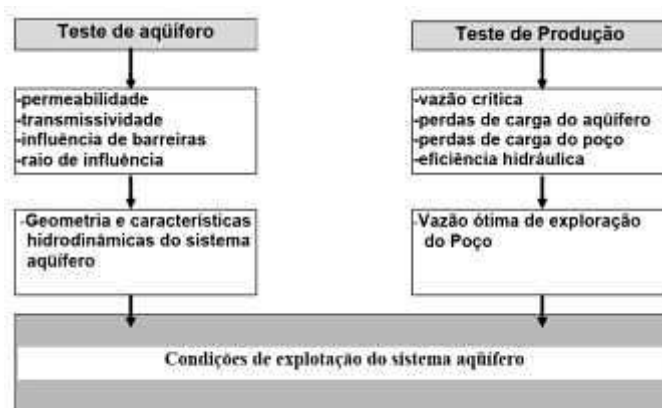
#### 4.7 TESTE DE BOMBEAMENTO

A produtividade de um aquífero deve ser antes definida visando atender aos usos previstos, como abastecimento público, por um único poço em cidades de pouca demanda ou por uma bateria de poços, em cidades maiores. O outro objetivo é também atender a usuários pontuais de indústrias ou zonas rurais.

Desse modo, devem ser realizados os assim chamados testes de aquíferos por *Aquifer test* ou *Well test*.

A figura 1 apresenta os objetivos de um teste de aquífero<sup>2</sup> e de um teste de produtividade de poço<sup>3</sup>:

Figura 1 – Objetivos de um teste de aquífero e de produtividade de um poço



Fonte: Mariano (2005).

Quanto à programação de um teste de bombeamento, vai depender do sistema e dos parâmetros pesquisados, levando também em consideração os custos, que pode ser o fator determinante do teste. Segundo Mariano (2005), não existe um método universal para realizar um teste de bombeamento. Os testes devem visar um objetivo preciso e as condições hidrogeológicas particulares devem ser adaptadas, a fim de evitar resultados incoerentes.

A condição ideal de bombeamento é de 24 h, permitindo caracterizar os efeitos de capacidade do poço. No caso do poço incompleto, o tempo de bombeamento deve ser suficiente

<sup>2</sup> Teste de aquífero ou teste contínuo, ou de produção a vazão máxima

<sup>3</sup> Teste de poço ou teste de produção ou teste de produção escalonado ou teste de vazão escalonado ou teste em etapas

para obter a evolução do rebaixamento na fase final. No caso específico do aquífero semi confinado ou livre, o tempo deve permitir observar o fenômeno de drenança, e no caso do aquífero limitado por barreiras, o tempo deve permitir confirmar o efeito de realimentação ou de estanqueidade (MARIANO, 2005).

Antes do teste é importante verificar as condições de medição e obter as informações necessárias como:

- ✓ perfil litológico, camadas, mudança, espessura, profundidade de entrada de água, fraturas etc.
- ✓ equipamento de bombeamento, tipo de bomba, potência, profundidade de instalação, válvula de retenção etc.
- ✓ dados dos testes preliminares, tempo de desenvolvimento, vazões bombeadas, rebaixamento, nível piezométricos etc.

Neste estudo em específico, foi realizado o teste de bombeamento para definir a produtividade do poço, mas não foi realizado o teste de aquífero. Este teste foi acompanhado por esta autora, e definiu-se um tempo mínimo de 6 h, em função do desabastecimento da cidade.

## 5 METODOLOGIA

A metodologia usada nas etapas do estudo compreendeu, de modo sucinto:

- ✓ Compilação bibliográfica de temas de interesse direto;
- ✓ Caracterização dos aspectos fisiográficos-geológicos do meio físico da bacia hidrográfica de interesse com a elaboração de mapas temáticos, por meio do Programa Arc Gis 10.7 e MDTs de 5 m, da SDS, estado de Santa Catarina;
- ✓ Caracterização da qualidade da água com coletas de amostras para análises químicas, diretamente do poço e na água do rio;
- ✓ Medição das vazões do rio e poço, com molinete e teste de bombeamento, respectivamente.
- ✓ Análise da demanda atual e futura em relação aos valores de captação reais e outorgados.

A medição de vazão do rio Painei foi realizado com molinete, com apoio do engenheiro hidrólogo Guilherme Ricardo, que auxiliou na obtenção e no processamento dos dados obtidos em campo, e que foram utilizados na caracterização de disponibilidade hídrica do rio Painei, e o teste de bombeamento foi realizado pela equipe de campo do geólogo Ramon Vitto, responsável técnico da empresa de abastecimento de água no município de Painei, denominada Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN). Ressalta-se que esta autora acompanhou e supervisionou estes trabalhos de campo, inclusive na definição conjunta do período de teste de vazão mínimo de 6 h no teste do poço, até que se obtivesse a estabilização do nível estático. Esse período foi definido em função de se evitar a falta de abastecimento na cidade.

Para o processamento dos dados e obtenção dos parâmetros fisiográficos da bacia do rio Painei, foram utilizados os Modelos Digitais de Terreno (MDT), ortofotos e hidrografia, disponibilizados pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina – (SDE-SC). A escala absoluta de detalhe dos dados é de 1:10.000 para todo o estado de Santa Catarina, o que representa alto nível de detalhamento espacial.

O processamento da base cartográfica foi realizado em ambiente Sistema de Informações Geográficas (SIG) por meio do aplicativo ArcGIS® 10.1 (ESRI 2014), e suas ferramentas de geoprocessamento.

As amostras da água do rio e do poço foram coletadas em frascos previamente esterilizados e fornecidos por um laboratório credenciado pelo INMETRO. O laboratório de análise em que foram encaminhadas as amostras coletadas denomina-se Laboratório Biológico Análise Química e Microbiológica EIRELI - EPP/Soren Lab, credenciado no INMETRO pela NBR ISSO/REC 17029, sob o registro CRL 0729.

Os procedimentos de coleta tiveram os cuidados básicos necessários, considerando-se os parâmetros de análise, tendo-se em vista a ocupação do solo do entorno (não há culturas intensivas com uso de agrotóxicos, atividades industriais etc., apenas culturas familiares de pequeno porte e pastagens para rebanhos não significativos). Em relação à água subterrânea, optou-se por não realizar análises para metais e outros tipos de compostos, não havendo, portanto, a necessidade de aditivos nos frascos para encaminhamento ao laboratório.

Os resultados dos parâmetros analisados foram comparados com os valores máximos permitidos (VMP) preconizados pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e também pela

Portaria de Consolidação MS/GM nº 5 de 28/09/2017, sendo que para o Ferro total e Manganês, foi considerado o valor do Art. 39, § 4º, item III, de 2,4 mg/L e de 0,4 mg/L<sup>4</sup>, respectivamente.

A explicação para essas altas concentrações admitidas na Portaria 05 MS/2017, reside no fato de que, esses elementos são provenientes dos processos de alteração dos minerais ferromagnesianos, presentes nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, que acabam se concentrando nos solos das regiões onde ocorrem. A ocorrência de ferro total, encontrado nas águas subterrâneas do aquífero fraturado é explicada por REGINATO E STRIEDER (2007) apud REGINATO et al. 2012. Esses autores destacam que poços que captam água de aquíferos fraturados, localizados em regiões de ocorrência de solos do tipo Argissolos, Nitossolos e Latossolos, com entradas de água pouco profundas (em geral, localizadas abaixo dos 15 metros), tendem a apresentar concentrações de ferro total elevadas (acima de 0,3 mg/L).

Todas as amostras foram coletadas no dia 27 de fevereiro de 2020, nas seguintes localidades:

- ✓ A montante e a jusante da antiga barragem de regularização de vazão no rio Painei – 2 amostras,
- ✓ Na boca do poço tubular – 4 amostras.

Os parâmetros de análise na água do rio, na bacia de captação pretérita; e no poço foram: alcalinidade total, alumínio, cloretos, cloro residual livre, condutividade específica a 25°C, cor aparente, dureza total, ferro total, manganês, nitrato (como N), pH, sulfato e turbidez, cujos métodos de análises estão definidos no Anexo I dos laudos laboratoriais. A fim de organizar os dados, primeiramente foram elaboradas tabelas com os resultados das análises laboratoriais dos parâmetros das amostras de água, coletadas nos pontos pré-estabelecidos. Também foram analisados os parâmetros de potabilidade da água subterrânea, apresentados no Anexo II.

---

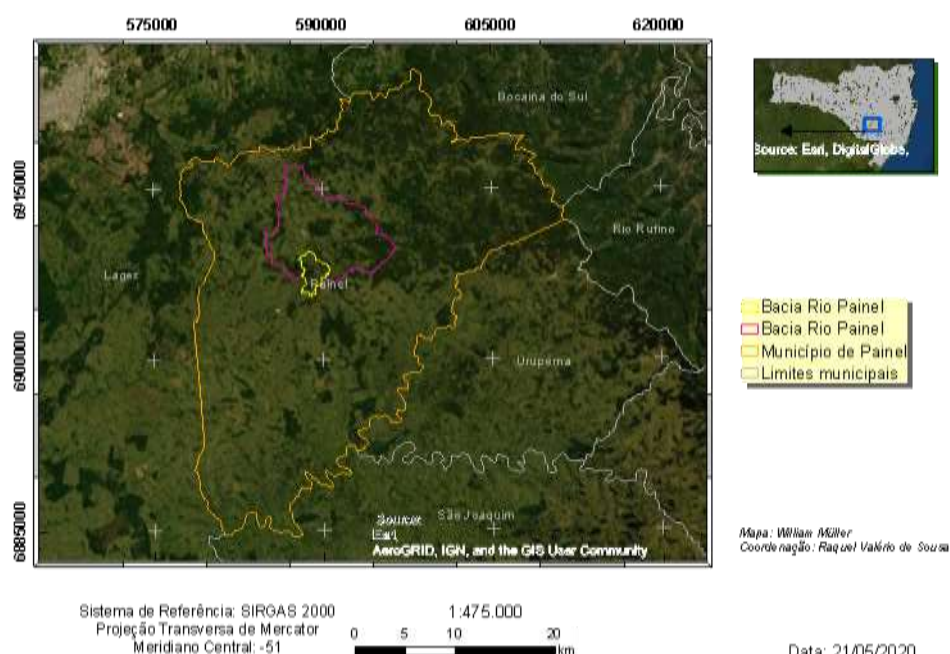
<sup>4</sup> Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, Art.39.A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo 10 do Anexo XX (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art.39). § 4º Para os parâmetros ferro e manganês são permitidos valores superiores ao VMPs estabelecidos no Anexo 10 do Anexo XX, desde que sejam observados os seguintes critérios: (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 39, § 4º): Item III – As concentrações de ferro e manganês não ultrapassem 2,4 e 0,4 mg/L, respectivamente (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 39, § 4º, II)

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO PAINEL NO ESTADO DE SANTA CATARINA

A bacia hidrográfica de interesse aqui denominada rio Painei está localizada no Município de Painei/SC, conforme a Figura 2. A Figura 3 apresenta o local do poço tubular em relação à margem esquerda do rio Painei, cujas coordenadas são de 50°05'58,0"W e 27°55'42"S.

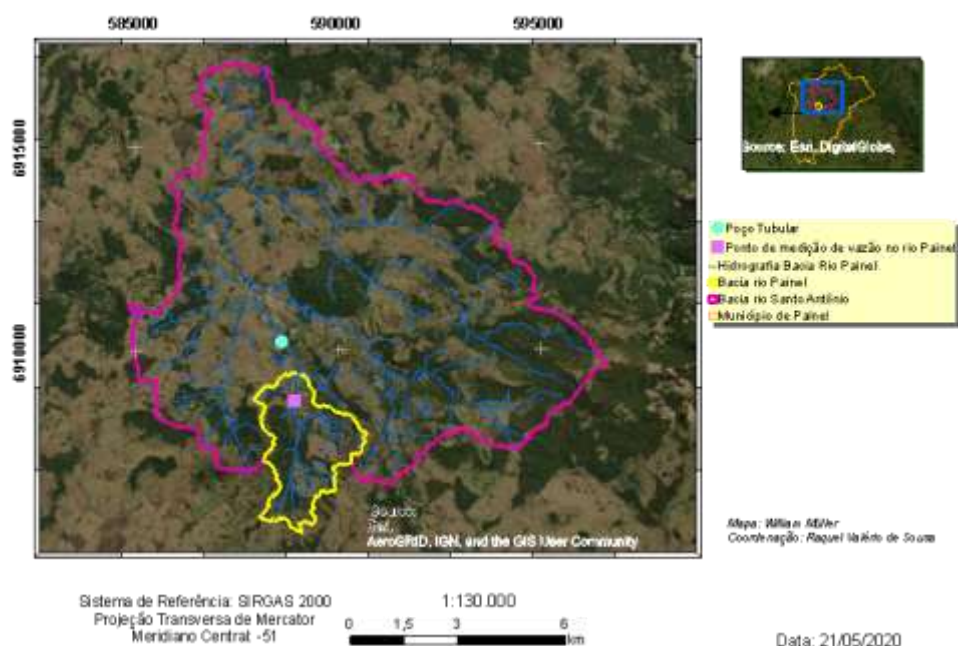
Figura 2 - Mapa de localização do município de Painei em relação ao estado de Santa Catarina.



### 6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAINEL

As rochas da bacia hidrográfica de interesse compreendem os basaltos da Formação Serra Geral. O perfil do poço tubular corrobora a litologia em profundidade, que é formada por basaltos em diversos graus de alteração, como os de coloração castanha (mais alterados) e mais cinza (menos alterados). Estas rochas são densamente fraturadas, cujos reflexos em superfície, são indicados por lineamentos estruturais, que representam as feições de subsuperfície, como fraturas horizontais, fissuras, fendas, juntas, diáclases e até mesmo falhas em outras situações.

Figura 3 - Mapa de localização do poço tubular em relação ao rio Painel



O mapa da Figura 4 apresenta a geologia correspondente à área da Bacia Hidrográfica do rio Painel, onde ocorrem basaltos e arenitos a noroeste da área, juntamente com os lineamentos estruturais, que foram extraídos do mapa de relevo sombreado.

A Bacia Hidrográfica do Rio Painel, de modo geral, apresenta moderada densidade de lineamentos estruturais, com padrão de drenagem do tipo subdentítico a retangular, com algum condicionamento estrutural do rio. Desse modo observa-se que em pequeno trecho o rio se encaixa em uma fratura de direção aproximada N10E, condicionada pela litologia da bacia.

Também ocorrem rios encaixados em fraturas menores, condicionadas aos pequenos lineamentos do relevo, às vezes praticamente em ângulos retos, formando pequenas sinuosidades. O rio Painel, especificamente, e, no trecho do estudo, tem uma largura média de até 2 m.

O sistema de fraturas corresponde às áreas de recarga, do aquífero fissural na bacia. Por outro lado, o rio é do tipo efluente, ou seja, alimentado pelo fluxo subterrâneo em período de seca.

Os lineamentos principais ocorrem na direção preferencial NE-SW e os secundários na direção NW-SE, de acordo com o diagrama de Rosetas (Figura 5). Ressalta-se que a recarga do aquífero fissural pode estar sendo efetivada pelos lineamentos estruturais definidos na bacia

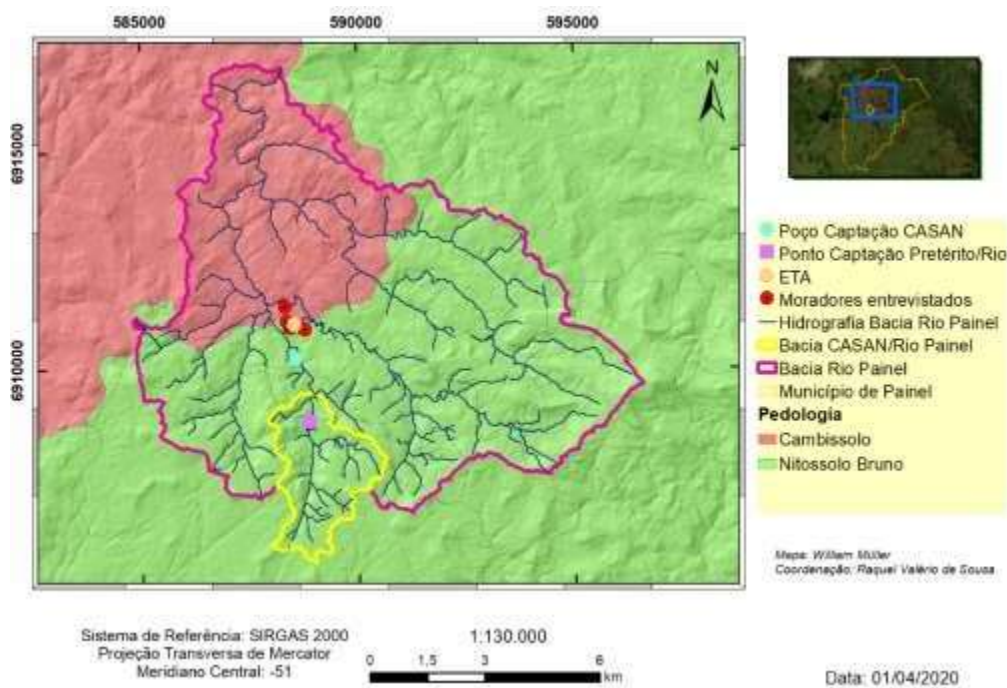




do estudo, que podem estar conectados direcionando a água para as fraturas produtivas. Nota-se que o poço foi locado em uma área com baixa densidade de fraturas e não correlacionado aos lineamentos principais, o que possivelmente lhe confere baixa vazão.

Na área da bacia de interesse, os basaltos do maciço rochoso são recobertos por solos do tipo nitossolos brunos, em locais de meia encosta, onde as declividades são mais suaves, e também próximos às baixadas. Este solo é de coloração marrom-avermelhada, bem mais espessos e argilosos e bem drenados a moderadamente drenados e estruturados. Na porção noroeste da área da bacia Painei, os solos são do tipo cambissolo, possivelmente proveniente dos arenitos, menos estruturados e mais terrosos (Figura 6, EMBRAPA, 2004) e também do próprio basalto.

Figura 6 - Mapa de solos na área da bacia hidrográfica do rio Painei.



As cotas topográficas (Figura 7) foram geradas com intervalo de 50 m, sendo que as mais elevadas estão entre 1300 a 1350 metros. A cota do ponto de medição de vazão está a aproximadamente entre 1200 e 1250 m, e o poço, à cota aproximada de 1125 m.

A Figura 8 apresenta o Mapa de Declividades da região, com o uso dos MDTs da SDS de SC. Segundo a EMBRAPA, 1998, a região enquadra-se na Unidade Geomorfológica



Figura 7 - Mapa de curvas de nível da bacia hidrográfica do rio Painel

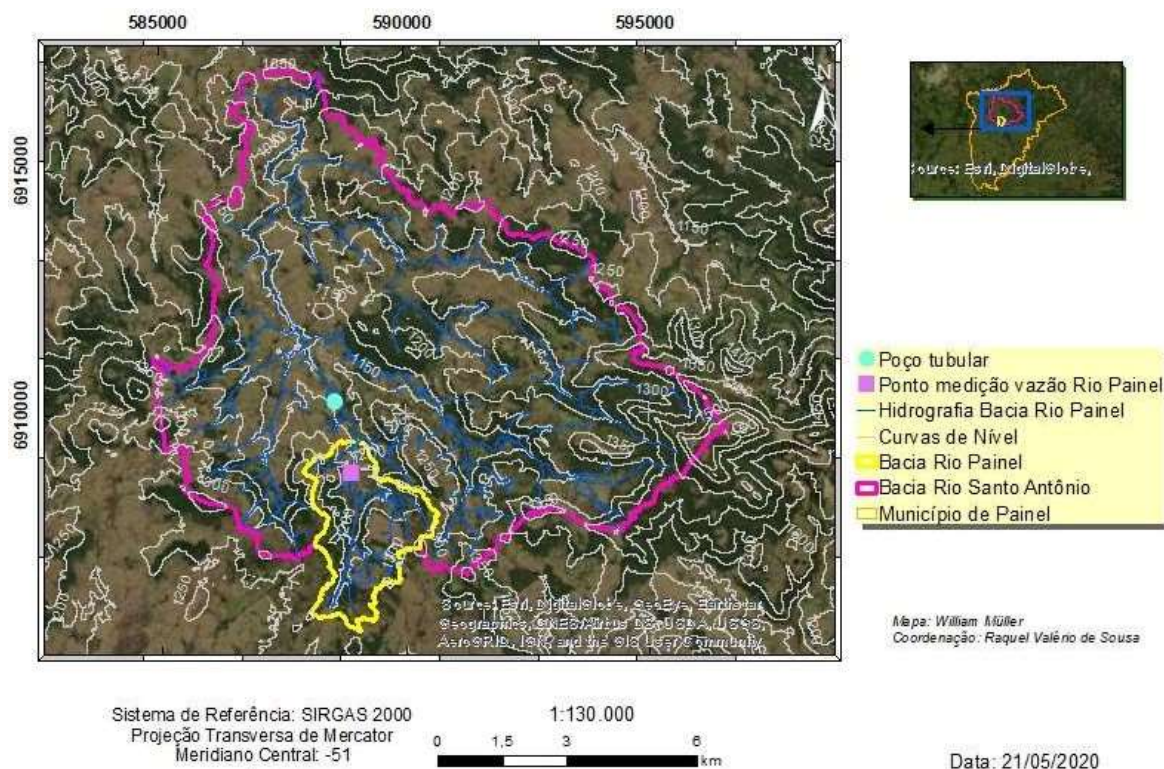
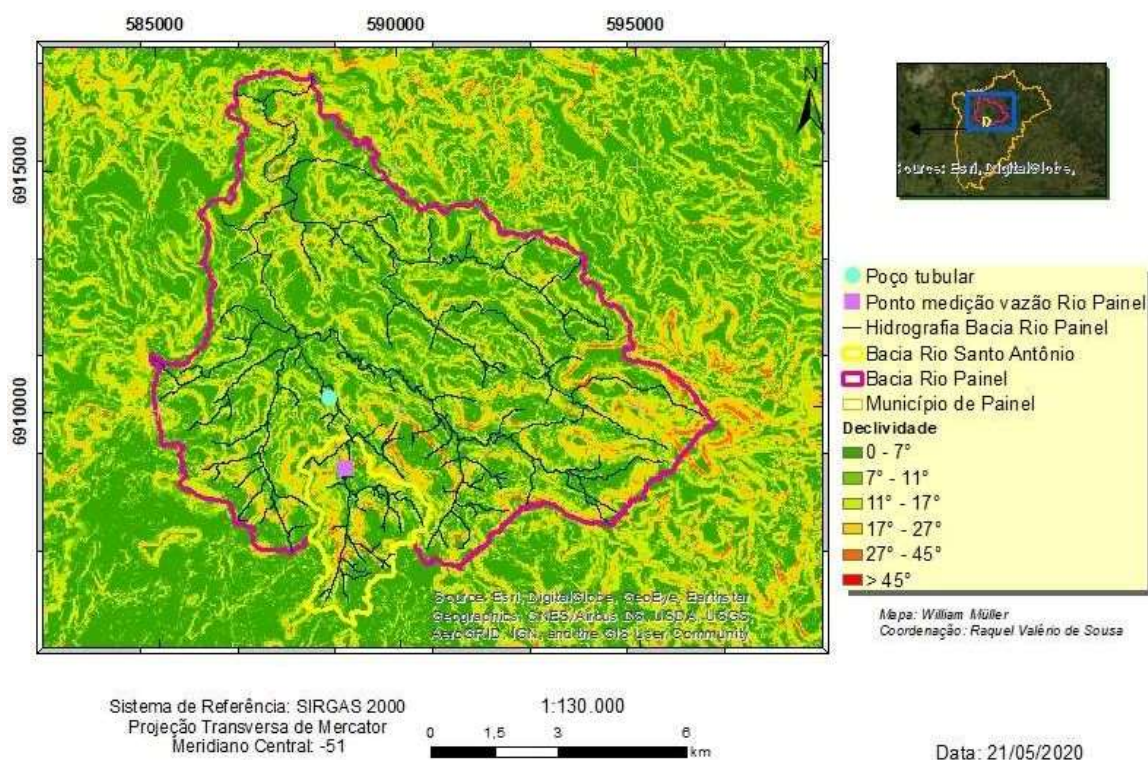


Figura 8 - Mapa de declividades na bacia hidrográfica do rio Painel



“Planalto dos Campos Gerais”, da Região Geomorfológica “Planalto das Araucárias” no Domínio da Bacia Sedimentar do Paraná e coberturas sedimentares.

As seguintes classes de declividades, apresentadas na Figura 8 foram adotadas: 0-7°, 7-11°, 11-17°, 17-27°, 27-45° e > 45°. Desse modo, os intervalos de 0 a 7° e 7 a 11°, representam um relevo plano (planície) a suave ondulado, que favorecem as maiores taxas de infiltração, e baixos índices de erosão/movimentos de massa; e ondulado de 11 a 17° e de 17 a 27°, cujas taxas de infiltração são mais moderadas, e com índice moderados de erosão/movimentos de massa; e de 27 a 45° e > 45°, o relevo é forte ondulado e tem maior probabilidade de ocorrer instabilização do material devido à saturação hídrica ou a movimentos por gravidade, naquelas localidades com inclinações mais elevadas.

O local da medição de vazão do rio Painei está em um morrote com inclinação de 17 a 27° e o poço, à margem esquerda do rio, na área de planície, no intervalo de 0 a 7°. Desse modo, pela localização do rio Painei, próxima à área de cabeceira da bacia, pode-se concluir que em períodos de chuvas intensas e prolongadas, é bem possível o aumento de turbidez na água, pelos processos erosivos que acometem os solos descritos na região.

A vegetação do entorno corresponde a campos e pastos, florestas nativas, com núcleos de araucárias, áreas de reflorestamento e alguma agricultura familiar que, conforme observado em campo e entrevista com pequenos agricultores, são do tipo orgânica (não usam qualquer tipo de agrotóxico). A mata ciliar nas drenagens que banham a área está bem preservada. O mapa da Figura 9 apresenta o uso e ocupação na área da bacia hidrográfica rio Painei.

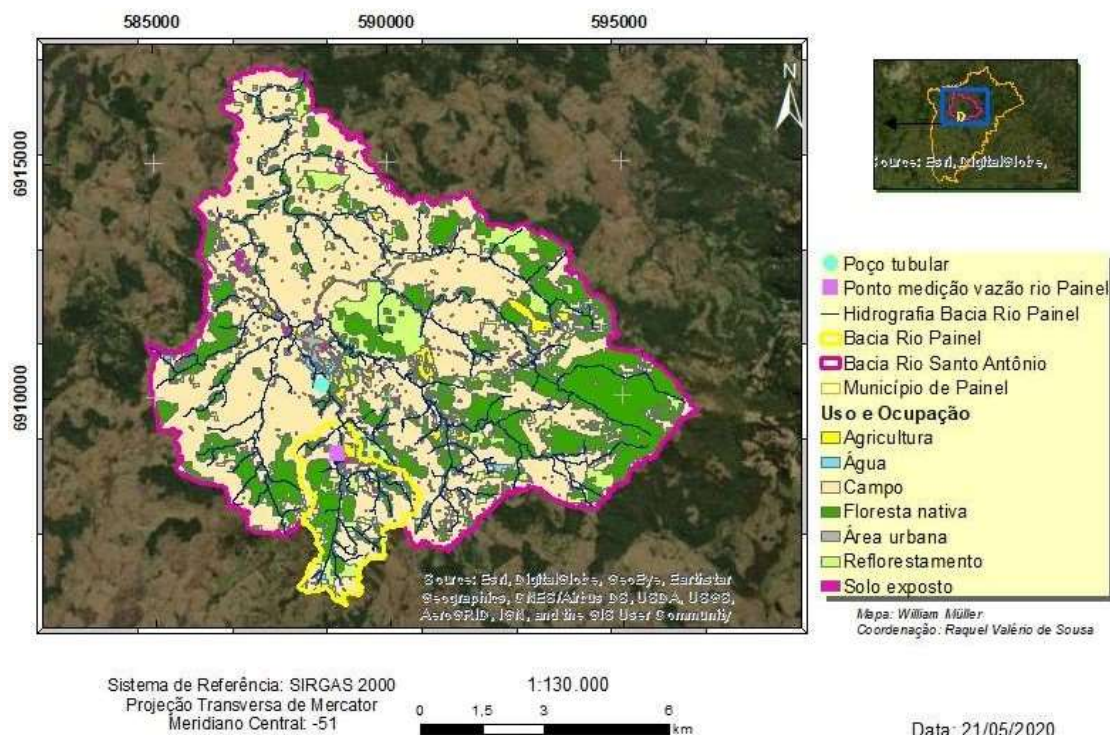
Por fim, os mapas foram todos elaborados no ARCGis 10.1.7, em Sistema de Coordenadas Geodésicas Sirgas 2000, com MDTs da SDS, de 5 m, e objetivam, além de ilustrar as características do meio físico, dar base à análise das áreas de recarga superficial e subterrânea, na área da Bacia do rio Painei, usos e ocupação, para definir possíveis fontes de contaminação, relações de relevo/erosão etc.

## 6.1 ÁREAS DE RECARGA DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

Para entender as áreas de recarga da bacia do rio Painei, devem ser considerados alguns aspectos no contexto hidrológico e hidrogeológico. Neste sentido uma parcela da água da



Figura 9 - Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Painel



chuva acaba escoando superficialmente, e a outra parte se infiltra em subsuperfície, constituindo a recarga dos aquíferos subterrâneos.

Com relação à água que infiltra no subsolo, uma parcela perde-se por evapotranspiração e o excedente é a água que vai sair dos reservatórios subterrâneos, de subsuperfície ou mais profundos, em locais de descarga (exutórios) em rios ou outros tipos de mananciais.

O tempo de permanência de água precipitada dentro de uma bacia hidrográfica até a área de descarga (exutório) depende de uma série de fatores, como a litologia, a declividade, aspectos estruturais da área, que condicionam parâmetros como permeabilidade, escoamento superficial e densidade de drenagem.

Desse modo, os tipos de rochas do aquífero e como se interrelacionam com as rochas sobrejacentes ou subjacentes, com relação aos graus de porosidade/permeabilidade intergranular ou de fissuras, é que irá determinar a velocidade da água em seu meio, a qualidade da água e a sua qualidade como reservatório.

Para a avaliação das áreas de recarga foram considerados os aspectos da geologia, solos, declividades e densidade de lineamentos, já apresentados no item “Caracterização do Meio Físico da área da Bacia Rio Painei, em que também foram estudados os seus aspectos fisiográficos e hidrológicos.

#### 6.1.1 RECARGA NA BACIA DO RIO PAINEL

Na área da bacia do rio Painei, existe a possibilidade de dois tipos de recarga superficial, caso sejam considerados:

*Escoamento superficial na zona não saturada: nas declividades mais acentuadas da Bacia, e com solos de alteração de textura mais argilosa, e sem vegetação, ou vegetação rala, como nas áreas de campos, há a possibilidade de maior escoamento superficial e menor taxa de infiltração, sendo que essa água segue diretamente para a calha do rio e para as drenagens secundárias. Devido às características fisiográficas da Bacia do Rio Painei é possível supor que o aporte de água de escoamento superficial é bem mais significativo do que a água de infiltração ou escoamento subsuperficial.*

*Escoamento subsuperficial: corresponde à parcela da água que consegue infiltrar lentamente, no sentido vertical e depois escorre horizontalmente, acompanhando a fisiografia do relevo em subsuperfície, até chegar em algum ponto de descarga subterrânea, na calha do rio Painei (exutório).*

Na área da Bacia/Rio Painei, ocorrem cambissolos, possivelmente oriundos da alteração dos arenitos, a NW da bacia, e, no restante da área, na escala de análise, o basalto dá origem aos nitossolos brunos (solos mais espessos e mais estruturados, de matriz argilosa), conforme o grau de alteração seja mais evoluído. Logicamente, um maior detalhamento somente seria possível com mapeamento de campo, em escalas maiores, para a identificação de outros tipos de solos, também derivados dos basaltos, como cambissolos ou mesmo neossolos litólicos.

De um modo geral, no escoamento de subsuperfície, a água se infiltra até alcançar uma barreira hidráulica natural (solo de textura argilosa, mais fina), atingindo zonas mais saturadas, indo de localidades de maior potencial hidráulico para localidades de menor potencial hidráulico, até atingir o exutório (saída), na calha do rio.

BORGHETTI, 2004 apud ABAS, 2011 define aquífero livre ou freático como sendo a formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda a sua extensão, e limitado na base por uma camada impermeável, a superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente, configurando uma recarga direta. Em aquíferos livres, o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que apresentam maiores problemas de contaminação.

No caso em questão, devido à anisotropia dos basaltos (permeabilidade por meio de fraturas, que permitem o fluxo da água em várias direções e velocidades), a porosidade intersticial destas rochas é muito reduzida, ficando sua permeabilidade restrita às condições de percolação através dos planos de descontinuidades (REBOUÇAS, 1978; COSTA, 1980).

Desta forma, a vazão obtida em cada poço tubular em aquífero fissural está relacionada ao número e às condições de abertura das fraturas atravessadas pelas perfurações.

O manto de intemperismo que se sobrepõe às rochas sãs ou os materiais coluvionares constituem subzonas, de porosidade granular, que podem também configurar áreas de recarga mais insipientes. Isto deve-se ao fato de que, de que os materiais de alteração são em sua maior proporção de textura argilosa, o que lhe confere um processo mais lento de infiltração, além de estarem diretamente condicionados aos aspectos morfológicos/fisiográficos da área. Na porção noroeste, a recarga se dá por meio dos materiais mais permeáveis (cambissolos de arenitos e arenitos aflorantes).

Por outro lado, as fraturas expostas à superfície, considerando a densidade de lineamentos e sem materiais de preenchimento, que lhes diminuiria a permeabilidade, podem ser aqui consideradas como locais de recarga direta para o aquífero fissural de basalto, desde que apresentem boa conectividade em subsuperfície. Para avaliar a produtividade dos poços, que está intrinsecamente relacionado às áreas de recarga, o procedimento mais comum é o de correlacionar a localização de poços mais produtivos com sua proximidade a lineamentos geológicos, além da densidade de fraturas e a declividade do terreno.

Este sistema pode também configurar recarga indireta para o rio, dependendo do potencial hidráulico e fluxo subterrâneo na área, e caso estas fraturas tenham conectividade com a drenagem e estejam em áreas mais ou menos planas ou de baixas declividades. Em relação aos solos do tipo nitossolos brunos estruturados, a textura mais fina (argilosa) acaba

por acumular água, mas a transferência dessa água para regiões mais profundas é mais lenta e dificultada. Desse modo, é mais provável que ao atingir áreas de maior grau de saturação, o fluxo subterrâneo subsuperficial siga mais lentamente, em sentido sub-horizontal, em direção à calha do Rio PaineL.

Ressalta-se ainda que o rio PaineL tem seu curso condicionado aos lineamentos estruturais que refletem as fraturas do basalto em superfície, conforme foi possível observar no mapa de lineamentos, configurando um certo controle estrutural, conforme o padrão de drenagem identificado na área da Bacia PaineL.

Assim, é possível concluir que a recarga para a drenagem da Bacia PaineL se faz preferencialmente por escoamento superficial, naquelas localidades de maior declividade e solos de textura fina, argilosos, e, secundariamente, numa parcela bem menor, por escoamento raso de subsuperfície, com tempo de retorno menor em relação a água de infiltração mais profunda.

Neste caso, não haveria uma contribuição significativa de aquíferos mais profundos (fissural fraturado) para a recarga do rio PaineL, tendo em vista o tempo de retorno muito maior (da ordem de dezenas a centenas de anos).

A recarga por escoamento superficial e subsuperficial são os mais suscetíveis às variações climáticas.

#### *6.1.2 RECARGA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAINEL*

Quanto à recarga da água subterrânea na bacia hidrográfica do rio PaineL, considerou-se a influência da geologia da região (basaltos) em observações de campo, e análise do perfil litológico do poço tubular. Além disso, o aquífero existente é do tipo fraturado ou fissural, portanto, a parcela de água que não segue para o exutório na calha do rio PaineL, seja por escoamento superficial ou por fluxo raso de subsuperfície, possivelmente continua infiltrando por fraturas abertas, indo se acumular em bolsões, em áreas bem mais profundas, em relação à superfície.

A capacidade dessas rochas de acumular água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação, permitindo a infiltração e fluxo da água. Poços perfurados nessas rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora, sendo que a

possibilidade de se ter um poço produtivo dependerá, tão somente, desse poço interceptar fraturas capazes de conduzir a água. Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houver fraturas abertas e interconectadas, que, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais. São ditos, portanto, aquíferos anisotrópicos.

Ressalta-se ainda que a facilidade de recarga dos aquíferos do tipo fissurais (fraturados) mais profundos, depende do grau de conectividade, proximidade entre as fraturas (que pode ser inferido pelo adensamento de lineamentos em superfície) e o tamanho da abertura das fraturas destas rochas. Entretanto, regionalmente, não é possível afirmar uma conexão direta de estruturas subverticais do basalto do aquífero Serra Geral, com o aquífero Guarani sotoposto, já que não há fluxo entre basaltos vesiculares e amidaloidais, para camadas de basaltos inferiores. Desse modo, predomina fluxo sub-horizontal na direção NE, conforme discutido por Fernandes et al. (2011), para entradas de água mais profundas, cujas fraturas são mais extensas e possivelmente são de origem tectônica.

O grau de adensamento e conectividade das fraturas em subsuperfície pode ser inferido no mapa preliminar de Fluxo Subterrâneo (flechas de cor laranja) na área da Bacia Painel (Figura 10)<sup>5</sup>, onde, principalmente, nas porções NE e centro-Sul da área da bacia, observam-se adensamentos das linhas equipotenciais, comportamento esse também observado na parte NE da área. Para a elaboração deste mapa foram utilizados os níveis estáticos e as cargas hidráulicas de 5 poços (Figura 11), sendo 3 deles obtidos no site da CPRM/SIAGAS e 2 pelo SDUST/SGPE da SDS, conforme Tabela 1, a seguir.

Tabela 4 - Dados dos poços escolhidos para a elaboração do mapa de fluxo subterrâneo

IDENTIFICAÇÃO	POÇOS_CPRM	POÇOS_SDS	X	Y	COTA	NE	ND	CARGA
1	P4300019162		591217	6897796	1229	22,22	90	1206,78
2	P4300019037		603032	6916617	1233	10,1	48	1222,9
3	P4300026655	2342_2015	588605	6910410	1117	38,83	87,68	1078,17
4	P4300019163		588549	6911019	1151	87		1064
5		0081_2018	583254	6910836	1155	16,08		1138,92

Na situação em que as fraturas tiverem interconexão com a superfície, vai refletir naquelas áreas de maior adensamento de lineamentos, possíveis áreas de recarga. A exploração

<sup>5</sup> Mapa de fluxo: foram realizados os cálculos da carga hidráulica de cada poço e posteriormente os valores foram inseridos na tabela de atributos do shape dos poços, com coordenadas georreferenciadas. Com o uso da tabela de atributos do shape e da ferramenta IDW, do ARCGis versão 10.1, foi realizada a interpolação dos valores das cargas hidráulicas pela ponderação do inverso da distância. Posteriormente, foi utilizada a ferramenta curvas com barreiras, do *Spatial Analyst*, gerando-se assim, as isolinhas de cargas hidráulicas ou curvas potenciométricas, que possibilitaram a identificação do fluxo subterrâneo na área.



Figura 10 - Mapa de fluxo subterrâneo na área da bacia do rio Painel

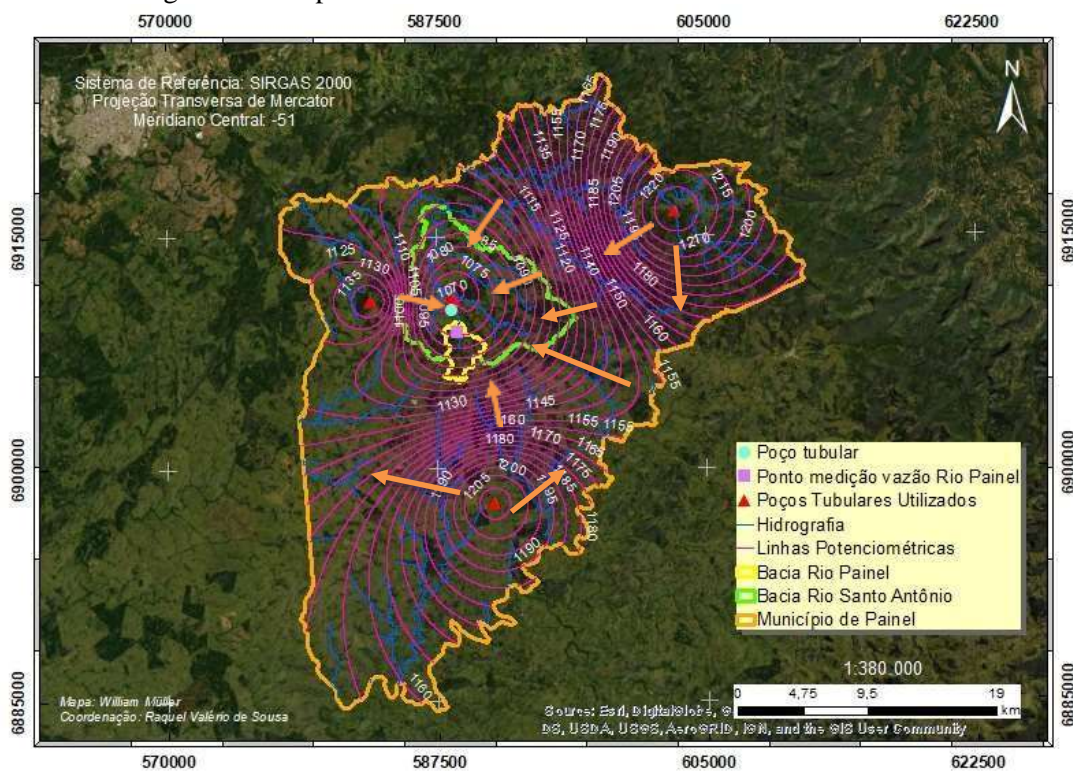
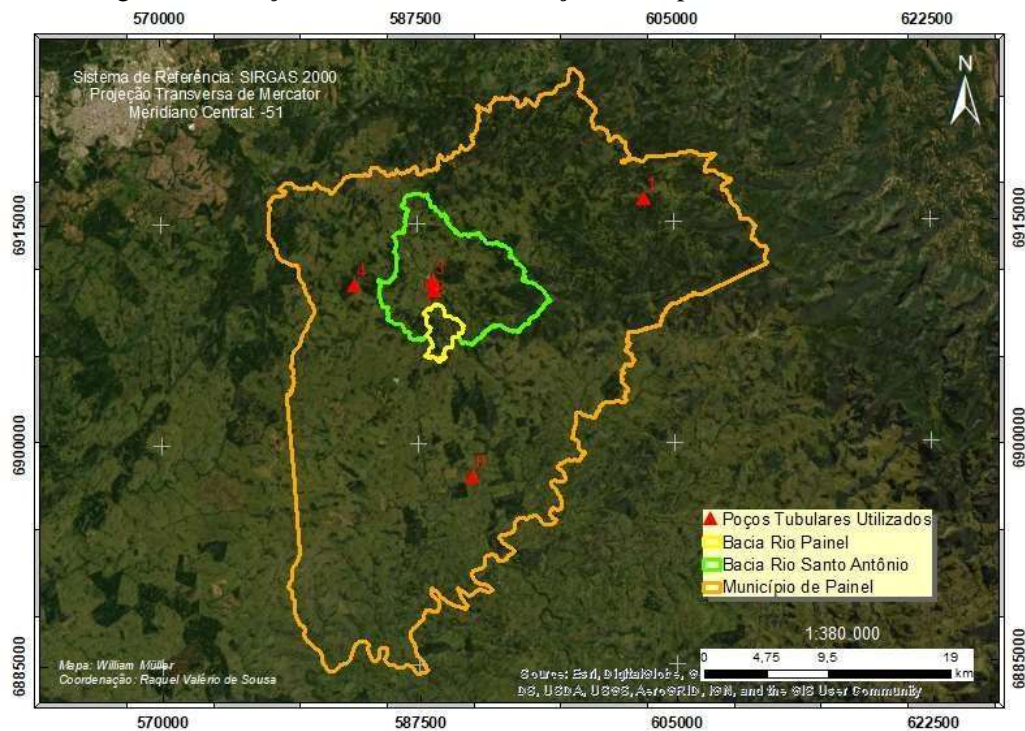


Figura 11 - Poços utilizados na elaboração do mapa de fluxo subterrâneo





de água subterrânea requer o detalhamento deste estudo, da determinação do grau de fraturamento e aberturas das fraturas, para a locação em áreas com maior probabilidade de êxito na produtividade do poço, e que não teria sido realizado na área de interesse.

Em conclusão, tão pouco é possível supor a interferência da vazão de bombeamento do poço em uso na vazão de referência do Rio Painei. Primeiro, porque as fraturas de captação de água subterrânea estão a 60 e 140 m de profundidade tendo, possivelmente, a recarga pelo sistema de faturamento interconectado, de forma independente do curso do rio. Segundo, porque a captação pretérita do rio Painei está a montante do poço em uso, distante deste aproximadamente 1640 m e, ainda, considerando-se as características climáticas da região, o Rio Painei se configura mais provavelmente como um rio efluente (recebe água de subsuperfície – lençol freático e de retorno mais longo temporalmente de água subterrânea).

No caso específico da alimentação pelo lençol, e devido à pequena área da bacia de captação (cerca de 6,4 km<sup>2</sup>), o tempo de concentração (tempo que a água que cai no ponto mais elevado da bacia Painei leva para chegar até o ponto mais baixo) é muito rápido, cerca de 31,8 min, o que caracteriza o escoamento superficial o fator preponderante na recarga do Rio Painei.

## 6.2 CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DO POÇO PERFURADO NA ÁREA DA BACIA DO RIO PAINEI

Do ponto de vista dos recursos hídricos subterrâneos, o Município de Painei, corresponde à Unidade Hidrogeológica da Formação Serra Geral, sob o domínio do Aquífero Serra Geral, que ocorre se sobrepondo ao Sistema Aquífero Botucatu (arenitos), mormente do tipo fissural, sendo o meio aquífero constituído por fraturas, contatos e sedimentos intertrapianos. O sistema é intensamente explorado por poços tubulares com vazão média de 13 m<sup>3</sup>/h.

O Sistema fissural no estado de Santa Catarina apresenta as seguintes zonas aquíferas (CPRM, 2013): (1) aquíferos fraturados considerados de boa produtividade, com vazões típicas de 5 a 40 m<sup>3</sup>/h, e de grande importância hidrogeológica local (af1\_2)<sup>6</sup>; (2) aquíferos fraturados com média a baixa produtividade, com vazões típicas de 2 a 15 m<sup>3</sup>/h, e de grande

---

<sup>6</sup> - Zona aquífera que corresponde à Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino (Complexo Granulítico, Granito –Gnáissico, Complexo Granítico Taboleiro e Grupo Brusque, e que ocorrem no norte do estado de Santa Catarina (CPRM, 2013)

a média importância hidrogeológica local (afl\_3)<sup>7</sup>; (3) e aquíferos granulares associados com aquífero fissural, pouco produtivos, com vazão média de 3 m<sup>3</sup>/h, de pequena importância hidrogeológica local (app)<sup>8</sup>.

O poço localizado próximo ao Km 27 da SC 438 está às coordenadas geográficas de 27°55'42,54"S e 50° 5,58'46"W, Sistema de Posicionamento Global Sirgas 2000. O poço foi perfurado em basaltos, da Formação Serra Geral, textura afanítica, e atravessa diferentes graus de intemperismo da rocha. O aquífero é do tipo fissural, pertence à região hidrográfica do rio Canoas (RH4)<sup>9</sup> do Planalto de Lages. A perfuração foi mediante Autorização Prévia para Perfuração de Poço nº 333/2016, de acordo com o Art. 15, Cap.VI, da Resolução nº 02, de 14 de agosto de 2014.

O poço com uma profundidade de 210 m foi perfurado em 10" de 0 até 18 m e em 6" de 18 a 210 m. A espessura de solo é cerca de 1 m, revestido com tubo geomecânico, e foram identificadas duas entradas de água em fraturas, uma em torno de 60 m e outra em 140 m.

O nível estático (NE) está em 38,83 m e o nível dinâmico (ND) em 87,68 m e foram obtidos no teste de bombeamento de 24 h realizado em 27/02/2015, por ocasião da perfuração. Este poço tem uma vazão de projeto de 20.900 L/h (5,8 L/s), com a bomba na profundidade de 108 m. Para uma operação de 20 h, é necessário um período de descanso de 4 h, e, nesta situação, a vazão é de 4,8 L/s.

---

<sup>7</sup> Zona aquífera que corresponde à Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral, em que a litologia corresponde basaltos típicos e andesitos, dacitos, e, ocasionalmente, arenitos intertrápicos. Ocorrem na porção centro-sul e oeste da área do estado.

<sup>8</sup> Zona aquífera que corresponde às Unidades Hidroestratigráficas Permianas (Rio do Sul, Palermo, Irati e Serra Alta e Cretácicas (Botucatu e Serra Geral). As litologias propiciam pouca produção de água nos poços tubulares (pelitos, como folhelhos cinza a pretos, siltito com concreções, lentes calcárias e, em menor proporção, camadas pouco espessas de arenitos finos. Esta zona aquífera também está associada aos derrames vulcânicos diversos.

<sup>9</sup> RH4 corresponde a umas das 10 Regiões Hidrográficas do estado de Santa Catarina, que compreende ao todo 10 regiões hidrográficas. A RH4, é a Região Hidrográfica do Planalto Serrano.

### 6.3 ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NOS MANANCIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO PAINEL

#### 6.3.1 ÁGUA SUPERFICIAL

Quanto aos recursos hídricos superficiais, o Município de Painei está inserido na RH4 (Região Hidrográfica do Planalto de Lages), que engloba a área de duas bacias importantes do Estado de Santa Catarina, a Bacia Hidrográfica do Rio Canoas e a Bacia Hidrográfica do Rio Pelotas, e seus afluentes.

A RH4 apresenta 47.034 km de cursos d'água, o que resulta em uma alta densidade de drenagem na região (2,11 km/km<sup>2</sup>). A área do Município de Painei, possui 740,11 km<sup>2</sup>, com 2.353 habitantes e é banhada pelos rios Galafre, que por sua vez é afluente do Caveiras, sendo que o rio Painei é um afluente do rio Galafre.

No que se refere à ocorrência de eventos hidrológicos extremos na RH4, as secas são os mais frequentes na região, ocorrendo uma média de 8 vezes por ano.

Em seguida serão apresentados os resultados de vazão do rio Painei, em que a medição foi realizada no período climático mais seco, para analisar a captação de água em situação mais crítica de abastecimento. A medição de vazão foi com o uso de molinete, sendo possível obter várias velocidades da água em profundidades diferentes, ao longo do trecho escolhido para a medição. Ressalta-se que o mesmo perfil foi realizado em triplicata, para obtenção dos valores médios.

Com relação à bacia rio Painei, foram obtidos os principais parâmetros fisiográficos que condicionam a hidrologia e disponibilidade hídrica. Os seguintes parâmetros foram calculados: a área de drenagem, o perímetro, forma, o fator de forma da bacia, tempo de concentração, densidade de drenagem e a extensão média do escoamento superficial.

A determinação dos parâmetros fisiográficos é justificada pela necessidade de gerar dados e possibilitar a aplicação da equação de Regionalização de Vazões, para fins de cálculo da disponibilidade hídrica da Bacia na seção do rio Painei, onde se fazia a captação de água do rio por mais de 30 anos, até 2017, quando foi substituído pelo poço tubular. Este antigo ponto de captação é distante cerca de 2,53 Km da adutora. Além disso, comparar com o valor

da vazão do rio medida em campo, para fins de validação deste, que será considerado aqui o valor da vazão disponível para abastecimento público.

Por outro lado, para a aferição das condições climáticas no período da medição de vazão, foi analisado o período climático anterior para verificar a predominância de condições de estiagem ou não.

A vazão medida foi aferida por meio da Equação de Regionalização de Vazões, disponibilizadas pelo Estado de Santa Catarina (ENGEORPS, 2006). Os dados da série histórica utilizados na Equação de Regionalização de Vazões foram obtidos por meio da Estação pluviométrica Código nº 2214 Pinheiros Altos da EPAGRI/CIRAM<sup>10</sup>, 2020, Painel, às coordenadas de 50°08'9,84"W e 28°00'19,48"S.

Após a análise da série histórica da Estação de referência escolhida, validou-se as condições de estiagem na data da tomada dos dados do Rio Painel, para a obtenção de vazão em período mais crítico. Após a aferição do período seco, na data da tomada de dados no Rio Painel, foi calculado o valor da vazão de referência pela (Q98) pela Equação de Regionalização.

O valor mínimo de vazão do Rio Painel, obtido em campo, foi de 37,33 L/s. No processo de aferição deste valor pela Equação de Regionalização, o valor obtido foi de 36,51 L/s. Desse modo, considerando a compatibilidade dos dois valores, de 37,33 L/s e de 36,51 L/s, obtidos pelos 2 métodos, com uma pequena diferença em torno de 2%, o valor de vazão obtido pela medição *in situ*, de 37,33 L/s foi admitido como o valor da vazão de referência Q98. A compatibilização dos resultados obtidos para a vazão de referência Q98, pelos diferentes métodos, assegura os valores obtidos quanto à disponibilidade hídrica da Bacia rio Painel.

Considerando a Portaria SDS nº 51 de 02 de outubro de 2008, que define a vazão Q98 (vazão que permanece 98% do tempo no canal) como vazão de referência adotada no Estado de Santa Catarina, como critério para aquelas bacias que ainda não dispõe de Plano de Recursos Hídricos, a vazão Q98 e a vazão mínima obtida para a seção transversal do Rio Painel, pelos métodos da Equação de Regionalização de vazão (ENGEORPS, 2006) e Medição de Vazão a Vau, foram respectivamente de 36,51 L/s e 37,33 L/s, e, como justificado anteriormente, em havendo compatibilidade entre os valores, o valor de vazão obtido pela

---

<sup>10</sup> Os dados são monitorados por meio da plataforma de Monitoramento On-Line e disponibilizados pela EPAGRI/Ciram (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) de Santa Catarina, e Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina.

medição a vau (in situ), que é o real de campo, de 37,33 L/s, foi admitido como o valor da vazão de referência Q98.

Ainda considerando que a disponibilidade hídrica (ou vazão outorgável) em uma bacia gerada a partir de uma seção transversal de um rio é de 50% da vazão de referência Q98, conclui-se que no rio Painei, no trecho da medição, próximo e a montante da barragem de captação pretérita, a disponibilidade hídrica é de 18,66 L/s.

Ressalta-se que a disponibilidade hídrica, conforme preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei 9433/1977, deve atender os múltiplos usos da água. Neste sentido, a Portaria nº 51/2008, Art 2º, § 3 da SDS, limita um único usuário a captar no máximo, 20% da disponibilidade hídrica (50% da Q98) e, neste caso, o valor máximo da vazão de outorga estimado para a captação de água no rio Painei pela CASAN, em situação ideal de condições climáticas, seria de 3,73 L/s.

Em caso de escassez hídrica, a vazão limitada por usuário pode ser excedida, conforme previsto na Portaria SDS nº 51/2008, em até 80% da disponibilidade hídrica (50% da Q98) e, neste caso, 14,92 L/s, desde que o uso seja do tipo Abastecimento Público, e que somadas às captações de outros usuários da mesma bacia de captação, o total não ultrapasse a vazão outorgável.

De maneira geral, a captação em períodos de escassez hídrica ou estiagens não pode ser superior à disponibilidade hídrica (vazão outorgável), especialmente, para que a vazão mínima necessária para a manutenção dos processos ecossistêmicos naturais da bacia hidrográfica seja preservada, evitando agravar os impactos ambientais normalmente já em curso pela escassez hídrica.

Os principais parâmetros fisiográficos/hidrológicos obtidos na bacia hidrológica do Rio Painei são: área de 6,40 Km<sup>2</sup>, perímetro de 18,27 Km, comprimento do rio principal de 2,80 Km, sinuosidade do rio principal de 6,42%, largura média de 2,05 Km, cota máxima de 1341,59 m, cota mínima de 1164,74 m, relevo total de 176,85 m (diferença entre a cota mais elevada e a mais baixa), fator de forma (Kf) de 0,66, índice de compactidade (Kc) de 2,03, densidade de drenagem/hidrografia (Dd-h) de 2,22 km/km<sup>2</sup> e, por fim, o tempo de concentração (Tc) de 0,53 h.

De acordo com os dados obtidos, se concluiu que a bacia de captação é considerada de pequeno porte, com área inferior a 1.000 km<sup>2</sup>. O Fator de Forma (Kf) de 0,66 e o Índice de

Compacidade (Kc) de 2,2 indicam que a bacia não é suscetível à ocorrência de grandes inundações. A Densidade de Drenagem (Dd-h) aponta que a bacia tem boa a regular capacidade de drenagem. O Índice de Sinuosidade de 6,42 % indica que o rio principal (rio Painel) possui características lineares com poucas curvas ou meandros.

O Tempo de Concentração baixo de 0,53 horas, indica que a água leva cerca de 31,8 minutos para percorrer o trecho do seu canal principal desde a sua nascente até a sua foz. Isso significa que a água superficial permanece no curso principal por pouco tempo. Destaca-se que a caracterização fisiográfica da bacia foi necessária, especialmente para obter o valor da Área da bacia rio Painel, pois este parâmetro é utilizado no cálculo da vazão de referência Q98, a partir da equação de regionalização de vazão, disponibilizada pela Secretária de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE-SC) por meio do Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação (ENGECORPS, 2006).

Ressalta-se ainda que os dados fisiográficos/hidrológicos da bacia do rio Painel, estão em coerência com as considerações quanto aos aspectos geológicos, uso e ocupação, pedológicos e estruturais, como discutidos anteriormente. Em seguida estes aspectos foram levados em consideração para discussão das áreas de recarga na bacia rio Painel.

### 6.3.2 ÁGUA SUBTERRÂNEA

O Projeto construtivo do poço apresentou uma vazão de 20.900 L/h (5,8 L/s ou 372,86 m<sup>3</sup>/dia ou 11.185,71 m<sup>3</sup>/mês), para 24 h de bombeamento e com a bomba posicionada em 108 m, com entrada de água em 160 m. Ressalta-se que esta vazão foi obtida na época do teste de bombeamento, ao término da perfuração do poço.

Um teste de vazão atualizado foi realizado pelo método volumétrico, ideal para aquíferos supostamente de baixas vazões (cristalino) e com bombona de 220 litros, com opção mínima de testar por 6 h, desde que se obtivesse a estabilização da vazão, já que este poço está em operação.

Desse modo, a partir das 9h 01min até as 15h observou-se que houve um comportamento hidráulico uniforme do poço, conforme se avançava no teste de bombeamento padrão, até a vazão final de 8,08 m<sup>3</sup>/h, que corresponde à vazão de estabilização, obtida em 86,6 m. Então,

para as 20 medições realizadas, o valor médio da vazão foi de  $8,38 \text{ m}^3/\text{h}$  (ou  $2,33 \text{ L/s}$ ). A partir daí, foram realizados 3 testes de sobrevazão (I, II e III), com aumento escalonado da vazão da bomba, para chegar próximo à fratura de produção e realizar o teste de recuperação. As vazões médias para os testes de sobrevazão I e II, foram respectivamente de  $11,15 \text{ m}^3/\text{h}$  e de  $12,25 \text{ m}^3/\text{h}$ , para ND médios de 91,19 m e de 92,76 m, respectivamente e o da sobrevazão III, de  $13,64 \text{ m}^3/\text{h}$ , aos 96 m, posição do crivo da bomba.

A recuperação do poço com 1 hora de teste e medida a partir das 16h26min, resultou em mais de 80% da recuperação do nível dinâmico medido de 96 m que resultou em  $78,34 \text{ m} > 76,80 \text{ m}$ , inferindo-se que com 2 h de teste, o NE do poço estaria totalmente recuperado.

Conforme os gráficos apresentados no relatório do novo teste de vazão, a conclusão do técnico responsável, com relação ao regime de operação do poço, é transcrita como segue “(...) um regime linear de comportamento, com uma ampla margem de segurança, bem anterior ao possível ponto de inflexão do gráfico (rebaixamento x vazão)”. Também foi recomendado um período de operação não superior a 18h, com 2 intervalos de recuperação de 3h.

Observa-se que o valor da vazão de produção no teste novo é menos da metade da vazão de produção obtida no teste de vazão antigo, com uma diferença de  $3,5 \text{ L/s}$ , o que pode ser um indicativo de superexploração, com vazão superior à vazão de recarga, conjugada ao período prolongado de escassez hídrica.

Considerando que, embora a vazão média do poço em uso de  $2,3 \text{ L/s}$  esteja 61,3% abaixo da vazão do poço, medida na época da perfuração em 2017, de  $5,8 \text{ L/s}$ , e a recuperação do NE para esta nova vazão pode ser considerada boa, ainda assim o manancial nestas condições estaria operando acima do limite da capacidade produtiva do poço.

Desse modo, recomenda-se um novo teste de vazão ao final do período chuvoso, para avaliar novamente se a vazão se mantém ou está havendo um rebaixamento em relação ao período de exploração. Caso esta hipótese se confirme, é necessário rever o valor de Outorga e período de operação juntamente à Secretaria de Desenvolvimento Econômico e Sustentável de Santa Catarina (SDS).

#### 6.4 ANÁLISE DA DEMANDA DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE PAINEL

Os seguintes valores de projeções da população, para estimar as vazões de consumo atual, a médio e longo prazos, foram considerados para a população urbana de Painel:

- ✓ período atual de consumo de 24 h (86400 s),
- ✓ população total atualmente atendida de 1204 hab.
- ✓ projeção do crescimento da população a médio prazo, 10 anos (2030): 1242 hab.
- ✓ população a longo prazo, ou seja, para 26 anos (2045): 1508 hab.

Neste estudo foi utilizado o mesmo método de cálculo do Plano de Saneamento para estimar as populações futuras e a vazão máxima diária (L/s), vazão máxima horária (L/s) e vazão média (L/s), correspondentes. Deste modo, foram recalculadas a partir de 2011, apenas para a população total do município e para a população urbana total atendida (42% da população total) até 2045, não sendo considerada a população rural.

Considerando a operação pretérita, com captação no rio Painel e a população urbana total anual média, atendida nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 (de janeiro até setembro, para 2017), de 1065 habitantes, para um consumo per capita médio anual de 136,6 L/hab./dia, a demanda calculada foi de 174,6 m<sup>3</sup>/dia. Considerando 3% de perdas no sistema de tratamento, para uma média anual de operação diária entre os anos considerados de 16 h, a vazão de captação é de 3,12 L/s, ou seja, o volume de captação necessário para atender à demanda seria de 178 m<sup>3</sup>/dia.

Observa-se, portanto, que em relação ao valor outorgável, de 3,72 L/s, calculado, a vazão média de captação é de 3,12 L/s, no período analisado, ou seja, 16,4% aproximadamente abaixo do valor calculado. Considerando-se que na situação ideal, a vazão de captação não deve ultrapassar em 20% da vazão do manancial, julga-se que o impacto ambiental no manancial foi pequeno não chegando a comprometer a vazão de sustentabilidade ecológica do rio, mesmo para o período médio de operação de 16 h.

Entretanto, nas projeções de crescimento da população, para 10 e 26 anos, os valores de captação estimados de 4,16 L/s e de 5,06 L/s, respectivamente, são cerca de 10% e 26,28% acima do valor de outorga estimado. Nesta situação, mantendo-se um regime de operação de 16 h e o mesmo padrão médio de consumo atual (156,24 l/hab./dia), já se observa que o rio Painel tem baixa disponibilidade hídrica para projeções futuras. A condição piora se elevar o



padrão de consumo para o cenário final de projeto. Na situação de escassez hídrica, é possível se elevar o valor de captação em 80%, de 50% da Q98, ou seja, da disponibilidade hídrica, desde que não houvesse outros usuários. Os restantes, ou seja, cerca de 4% deveriam ser destinados à dessedentação de animais.

Com relação a um regime médio mensal de operação de 24 h de captação pretérita no manancial superficial, para a população média de 1065 hab., de 2014 a setembro de 2017, com um padrão médio anual de consumo per capita de 136,6 L/hab./dia e para as projeções futuras de crescimento, mantendo-se o mesmo padrão médio atual de consumo (156,24 L/hab./dia, entre 2018 e 2019), os resultados demonstram que as captações de 2,08 L/s (captação média pretérita), 2,78 L/s (10 anos) e 3,37 L/s (26 anos), estariam respectivamente abaixo do valor outorgável de 3,73 L/s em 44,2%, 25,5% e 10%, aproximadamente, com sobra na reserva de 17 m<sup>3</sup> de 2014 a setembro de 2017, e déficits na reserva em projeções futuras de 2,8 m<sup>3</sup> e 19 m<sup>3</sup>, respectivamente, para 10 e 26 anos, a partir de 2019. Nesta situação, mantendo-se o mesmo padrão de consumo, o manancial, se bem gerenciado, sustenta a demanda, ou uma vazão de captação até o horizonte de projeto de 10 anos, e, para 26 anos, já estaria muito próximo ao limite, havendo necessidade de buscar novas alternativas de captação e ou complementação.

Concluindo, no regime em média de 24 horas/dia de operação, no período analisado a vazão ecológica do rio Painel ainda teria sido mantida, quando da captação pretérita, mas, como demonstrado, para operações futuras seria necessário optar por outras alternativas, além de diminuir as perdas físicas no sistema de tratamento e na rede, com aumento simultâneo de reserva.

Com relação à captação de água subterrânea, a vazão atual medida resultou em 2,3 L/s (8,08 m<sup>3</sup>/h). Considerando que este valor esteja 61,3% abaixo da vazão original do poço, de 5,8 L/s, obtida em bombeamento de 24 h, na data de 27/02/2015, admite-se que está havendo uma queda de produtividade do poço (diminuição de vazão) ao longo do tempo, possivelmente, por esgotamento, pois a demanda calculada para esta vazão de operação é de 135 m<sup>3</sup>/dia, para 18 h de bombeamento. No momento atual este fato ainda está sendo agravado pelo período de escassez hídrica prolongada.

Considerando a vazão de operação de 2,1 L/s, e a média do período de operação, entre 2018 e 2019, de 17 h, resulta em um volume de captação de 127,5 m<sup>3</sup>, o que não atende à demanda estimada de 225,74 m<sup>3</sup> (2,6 L/s) para a população urbana atual de 1204 habitantes.

Mas, se esta hipótese não se confirmar, tendo em vista que este é um evento extremo de seca na região serrana e em todo o estado de Santa Catarina, e a produtividade do poço for recuperada no período chuvoso, para uma vazão próxima à vazão de projeto original de 5,8 L/s (20,7 m<sup>3</sup>/h ou 372 m<sup>3</sup> para 18 h/dia/dia), e considerando o valor de outorga de 5,5 L/s (20 m<sup>3</sup>/h ou 360 m<sup>3</sup>/dia) para 18 h/dia de operação, e a demanda estimada, de 225,74 m<sup>3</sup> ou de 201 m<sup>3</sup>, por análise de documentos internos, tanto seriam atendidos a demanda atual e os critérios da Portaria de Outorga.

Para os horizontes de projeto calculados em 10 e 25 anos, as demandas estimadas seriam de 239,85 m<sup>3</sup>/dia e 291,21 m<sup>3</sup>/dia, respectivamente, com vazões máximas diárias de consumo de 2,7 L/s e 3,3 L/s e, portanto, não há capacidade de abastecimento futuro nas condições atuais de vazão medida.

## 6.5 QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA DO RIO PAINEL E DO POÇO TUBULAR

Os sistemas de tratamento de água e distribuição à população fazem parte do rol de serviços essenciais para a manutenção da saúde humana, uma vez que este recurso natural vem sendo poluído e/ou contaminado de tal maneira que não seja mais possível o consumo em seu estado “*in natura*”. Esta consideração é válida tanto para os mananciais superficiais, já todos praticamente comprometidos em sua qualidade, quanto para os mananciais subterrâneos, que têm cada vez mais a sua qualidade degradada pelas ações antrópicas que atingem os lençóis freáticos e as áreas de recarga, havendo também a necessidade de tratamentos para consumo humano, mesmo por sistemas mais simplificados.

Neste estudo também foram coletadas amostras de água tanto no rio Painei como no poço tubular para avaliar a qualidade da água bruta em relação às condições da área da bacia do rio Painei quanto à geologia, tipos de solos e ocupação no entorno, e se há alguma possibilidade de contaminação em função dos resultados obtidos nas análises. Essa caracterização também será um indicativo da classificação do manancial superficial e do poço, que baliza a adequação de um sistema de tratamento.

Os resultados das análises da água do rio foram comparados com a Resolução CONAMA 357/2005, para fins de enquadramento preliminar. Por outro lado, a caracterização básica da qualidade da água do poço “*in natura*” visou a avaliação objetiva e expedita de uma

possível fonte de contaminação, por atividade antrópica e se há algum indício de variação da qualidade no período de coleta, que totalizou 4 amostras a cada 2 h.

A Tabela 2 apresenta os valores obtidos para os parâmetros da água bruta do Rio Painei, a montante e a jusante da pequena barragem do sistema pretérito de captação, tratamento/distribuição e os parâmetros da CONAMA 357/2005 e da Portaria 2914/2011.

### 6.5.1 MANACIAL SUPERFICIAL – QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PAINEL

**Alcalinidade total**- Considerando os valores de alcalinidade total, obtido a montante e a jusante, respectivamente de 50,96 mg/L e de 60,52 mg/L houve uma variação de cerca de 18%, e podem ser considerados relativamente baixos, entretanto, os valores obtidos enquadram-se dentro da faixa de valores em águas naturais superficiais de 30 a 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . De acordo com CHAPMAN e KIMSTACK, 1992, apud COELHO et al., 2015, valores abaixo de 24 mg/L de  $\text{CaCO}_3$  indicariam águas de baixa capacidade de tamponamento, e, portanto, suscetíveis às variações de pH.

Tabela 5 - Comparação dos resultados dos parâmetros de água bruta, do rio Painei, com a CONAMA 357/2005 e com a Portaria 2914/2011

Parâmetros	Rio Painei Montante	Rio Painei Jusante	Classe I – CONAMA 357/2005	Classe II – CONAMA 357/2005	Portaria 2914/2011
<b>Alcalinidade Total<sup>11</sup></b>	50,96 mg/L	60,52 mg/L	-	-	-
<b>Alumínio<sup>12</sup></b>	0,05 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,1 mg/L	≤ 0,2 mg/L
<b>Cloretos<sup>13</sup> (Cl<sup>-</sup>)</b>	1,77 mg/L	2,48 mg/L	≤ 250 mg/L Cl	≤ 250 mg/L	≤ 250 mg/L

<sup>11</sup> Somatório de hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) e é expressa em carbonato de cálcio. Mede a capacidade da água em neutralizar os ácidos (tamponamento). A alcalinidade de águas naturais varia de 30 a 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Esgotos e efluentes usualmente têm alcalinidades altas devido à presença de silicatos e fosfatos.

<sup>12</sup> O Alumínio não é uma substância tóxica, não tendo significado sanitário nas concentrações normalmente presentes nas águas. As concentrações aumentam conforme se esteja em período chuvoso (associado com a turbidez) ou ambientes com pHs de meios mais redutores (> profundidade). Os limites fixados em abastecimento público foram estabelecidos para evitar sedimentação nas linhas ou em utensílios domésticos e industriais. O teste de alumínio é indicado em sistemas de tratamento que usam o sulfato de alumínio como coagulante. Com a dosagem incorreta o Al permanece na água tratada.

<sup>13</sup> Os cloretos, geralmente, provêm da dissolução de minerais, na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio, na água subterrânea, e sua presença na água superficial, é devido aos esgotos ou indústrias. A desinfecção no tratamento da água também aumenta os níveis de cloreto na água.

<b>Cor Aparente<sup>14</sup></b>	5 uH	5 uH	-	Cor verdadeira: ≤ 75 mg Pt/L	≤ 15 uH
<b>Condutividade específica, 25°C<sup>15</sup></b>	42,12 µS/cm	46,41µS/cm	-	-	Não considerada
<b>Dureza Total<sup>16</sup></b>	39,2 mg/L	34,3 mg/L	-	-	500 mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Ferro Total<sup>17</sup></b>	0,89 mg/L	0,82 mg/L	≤ 0,3 mg/L	≤ 0,3 mg/L	≤ 0,3 mg/L
<b>Manganês Total<sup>18</sup></b>	<0,05 mg/L	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L	≤ 0,1 mg/L	≤ 0,1 mg/L
<b>Nitrato (NO<sub>3</sub>), como N inorgânico total<sup>19</sup></b>	<0,1 mg/L	<0,1 mg/L	≤ 10 mg/L	≤ 10 mg/L	≤ 10 mg/L
<b>Parâmetros</b>	<b>Rio Painel Montante</b>	<b>Rio Painel Jusante</b>	<b>Classe I – CONAMA 357/2005</b>	<b>Classe II – CONAMA 357/2005</b>	<b>Portaria 2914/2011</b>
<b>pH<sup>20</sup></b>	7,21	7,03	6 a 9	6 a 9	6 a 9,5
<b>Sulfato (SO<sub>4</sub>)<sup>21</sup></b>	30,8 mg/L	22,42 mg/L	≤ 250 mg/L	≤ 250 mg/L	≤ 250 mg/L
<b>Turbidez<sup>22</sup></b>	4,5 uT	4,9 uT	≤ 40 uT	≤ 100 uT	≤ 5 uT
<b>Coliformes Totais<sup>23</sup></b>	>2×10 <sup>3</sup> UFC/100m/L	>2×10 <sup>3</sup> UFC/100ml	-	-	Ausência em 100 mL (saída do tratamento) Apenas 1 amostra/mês com resultado positivo (< 20000 hab) e ausência em 100 mL em 95% amostras examinadas/mês
<b><i>Escherichia coli</i><sup>24</sup></b>	4×10 <sup>2</sup> /100 mL água	4,6×10 <sup>2</sup> /10 0 mL água	≤ 200/100 mL água, em 80% ou mais de 6 amostras/ano, bimestrais	≤ 1000/100 mL água, em 80% ou mais de 6 amostras/ano, bimestrais	Ausência em 100 mL água (saída do tratamento) e na distribuição (reservatório e rede)

<sup>14</sup> A cor da água é proveniente de matéria orgânica na forma coloidal, que pode ter sua origem na decomposição parcial de folhas e outros substratos (ácidos húmicos e fúlvicos) ou de resíduos industriais (taninos, anilinas) ou de esgotos, e de compostos inorgânicos em estado coloidal, como óxidos de ferro e manganês. A cor aparente é medida considerando as partículas em suspensão da água.

<sup>15</sup> Os valores nas águas superficiais podem variar de 50 µS/cm a 500 µS/cm. Permitem inferir a quantidade de sais na água, por meio da condução da corrente elétrica, já indicando poluição para valores acima de 100 µS/cm, elevados valores de sais já indicam características corrosivas da água.

<sup>16</sup> É a soma das concentrações de íons cálcio, magnésio, expressos como CaCO<sub>3</sub>. Concentrações menores que 50 mg/l CaCO<sub>3</sub> – água mole. A dureza temporária (dureza de carbonatos) é causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Os bicarbonatos pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis, que se precipitam, formando incrustações. A dureza permanente (não carbonatos) é devida à presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio. Não produz incrustações, pois seus sais são muito solúveis na água.

<sup>17</sup> Podem originar-se na água subterrânea como carbonato ferroso, pela dissolução de compostos de ferro pelo gás carbônico na água, e, em águas superficiais, nos períodos chuvosos, pela erosão dos solos/margens, efluentes industriais, e em processos de tratamento, a partir do uso de coagulantes e floculantes a base de ferro.

<sup>18</sup> Podem originar-se na água superficial e subterrânea da dissolução de compostos do solo/rocha e também por efluentes industriais.

<sup>19</sup> O nitrato é a forma mais estável de nitrogênio na água, são causas do aumento do nitrogênio na água superficial: esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

<sup>20</sup> Água ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7)

<sup>21</sup> Juntamente com Cálcio, magnésio, sódio, potássio, carbonato, cloreto, nitrato, faz parte dos sólidos dissolvidos na água. Sua origem é de forma natural (escoamento superficial em áreas agrícolas) e por descarga de águas naturais.

<sup>22</sup> A turbidez é proveniente de partículas sólidas em suspensão (areias, siltes, argilas, detritos orgânicos). Pode dificultar o processo de desinfecção em sistema de tratamento, requerendo alterações nas dosagens de coagulantes.

<sup>23</sup> Utilizados na avaliação da eficiência do tratamento, mas apresenta limitações como referência de poluição, pois sua presença não necessariamente indica contaminação fecal.

<sup>24</sup> Encontra-se naturalmente nas fezes de animais de sangue quente. Nas águas naturais indica poluição recente por esgotos. Esse microrganismo é sensível aos desinfetantes usados nas estações de tratamento de água.

<b>Fluoreto Total</b> <sup>25</sup>	0,45 mg/L	<0,001 mg/L	1,4 mg/L F	1,4 mg/L	1,5 mg/L
<b>DBO 5 dias, 20°C</b> <sup>26</sup>	ND	ND	≤ 3 mg/L O <sub>2</sub>	≤ 5 mg/L O <sub>2</sub>	-
<b>OD</b> <sup>27</sup>	ND	ND	≥ 6 mg/L O <sub>2</sub>	≥ 5 mg/L O <sub>2</sub>	-
<b>Sólidos dissolvidos totais</b>	ND	ND	500 mg/L	500 mg/L	1000 mg/L
<b>Fósforo total</b> <sup>28</sup>	ND	ND	0,1 mg/L P (lótico)	0,050 mg/L P (intermediário)	-

Fonte: Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 4ª ed. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2013. 150 p. Disponível em [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf). Acesso em 19/03/2020.

Fonte: Laudos do laboratório Biológico

Fonte: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/anexo305.pdf>

Considerando o pH próximo a neutralidade, é possível inferir que a alcalinidade natural da água do rio é devido aos bicarbonatos (já que para estes compostos o pH varia entre 4,4 a 8,3).

A alcalinidade em si não constitui um padrão de potabilidade e fica limitada ao fator pH. Também não é padrão de classificação de águas naturais e nem de esgotos, mas sua importância reside no controle de determinados processos de tratamento de água para abastecimento. Em sistemas de tratamento, a alcalinidade da água natural é desejável e pode ainda ser intensificada com cal hidratada, pois este processo auxilia na reação da alcalinidade com o coagulante para retirar as partículas em suspensão e auxiliar no processo de sedimentação. A alcalinidade influencia na dureza, responsável pela precipitação de carbonatos, quando em contato com água quente.

**Alumínio** – Os parâmetros de 0,05 mg/L e 0,1 mg/L não ultrapassam os valores máximos permitidos para rios Classe I e II, e também atende ao padrão de potabilidade pela Portaria 2914/2011 ( $\leq 0,2$  mg/L)

**Cloretos** – A amostra coletada a montante resultou em 1,77 mg/L de cloretos e 2,48 mg/L a jusante da barragem de captação antiga. Ambos os valores estão muito abaixo dos VMP pela Portaria 2914/2011, e ambos atendem tanto aos valores para água Classe I e Classe II, pela CONAMA 357/2005.

<sup>25</sup> A aplicação de flúor na água para consumo humano tem a finalidade de prevenir a cárie dental.

<sup>26</sup> Quantidade de oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica por decomposição aeróbica. O aumento da DBO, indica esgotos na água.

<sup>27</sup> O aumento de DQO na água deve-se normalmente ao despejo de efluentes industriais.

<sup>28</sup> Em águas naturais é decorrente de esgotos domésticos (sanitários e detergentes), efluentes industriais

**Condutividade Elétrica** - A Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) está relacionada à concentração de íons dissolvidos no corpo de água. Portanto, quanto maior a concentração desses íons dissolvidos, maior deve ser o valor da condutividade elétrica. Nos resultados obtidos na avaliação para o rio Painei, observam-se valores elevados no período seco, que foi o período de coleta das amostras, de  $42,12 \mu\text{S}/\text{cm}$  a montante e de  $46,4 \mu\text{S}/\text{cm}$  a jusante da bacia de captação pretérita. Considerando-se que faixa de variação de ambas as amostras nas localidades de coleta foi de apenas 10%, e que estas localidades são bem próximas, então esta variação não é significativa, e assume-se aqui um valor médio de  $44,26 \mu\text{S}/\text{cm}$ . A legislação CONAMA 357/2005 não estabelece limite para este parâmetro, mas este valor não compromete a qualidade de vida aquática, no trecho em análise, e nem a potabilidade da água, tendo em vista que é um parâmetro indicativo da presença de sais.

**Cor aparente** – Os resultados para a água coletada tanto à montante quanto à jusante da bacia de captação foi de 5 uH. Este valor atende o requisito de potabilidade para este parâmetro e também atende os requisitos para rios Classe I e II.

**Dureza total** – A dureza total está diretamente relacionada à presença de carbonatos de cálcio e magnésio, e é expressa em  $\text{mg}/\text{L CaCO}_3$ , havendo a necessidade de transformação em equivalentes. Outros cátions de menor expressão como o  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , também podem contribuir com a dureza da água. Os valores de  $39,2 \text{ mg}/\text{L}$  e de  $34,3 \text{ mg}/\text{L}$  de  $\text{CaCO}_3$ , a montante e a jusante, respectivamente, tiveram uma variação pequena de 12%. A Portaria 2914/2011 limita a dureza da água tratada em  $500 \text{ mg}/\text{L CaCO}_3$ , como padrão de potabilidade. Pela classificação quanto à dureza, a água mole possui  $< 50 \text{ mg}/\text{L CaCO}_3$ , podendo-se então inferir que a água do rio Painei é de baixa dureza ou branda, e está em coerência com o baixo valor de alcalinidade.

**Ferro total** - O teor médio em ferro total para a água nos pontos coletados a montante e a jusante da barragem de captação pretérita resultou em  $0,86 \text{ mg}/\text{L}$ . Como ressaltado anteriormente, a média deve-se à proximidade do ponto de coleta e à homogeneidade dos locais amostrados. Este valor atende tanto os critérios para rios Classe I e II.

**Mn total** – A concentração em Mn em ambos os pontos de coleta foi de  $0,05 \text{ mg}/\text{L}$  e está abaixo dos critérios para água Classe I e Classe II, e também do critério de potabilidade para este parâmetro, que segundo a Resolução CONAMA 397/2005 e a Portaria 2914/2011, deve ser de até  $0,1 \text{ mg}/\text{L}$ .

**Nitrato (como N)** – Os valores obtidos nas amostras são 0,1 mg/L, estão muito aquém dos critérios máximos estabelecidos para rios Classe I e Classe II, e também atende a portaria de potabilidade, que para as três situações são de até 10 mg/L. Como a porcentagem é baixa, sua origem pode ser da decomposição aeróbica de matéria orgânica, já que no entorno não há criação intensiva de animais, ou culturas com uso de fertilizantes, não indicando poluição por esgotos ou outros compostos orgânicos.

**pH** - O valor de pH ficou entre 7,01 e 7,03, para as amostras a montante e a jusante. O período seco tende a elevar o pH de água de rios, mas neste caso, manteve-se nos padrões da neutralidade, e dentro da faixa de valores tanto para rios Classe I, como para Classe II, segundo a CONAMA 357/2005, entre 6,0 a 9,0.

**Sulfatos** - As concentrações em sulfatos foram de 30,8 mg/L a montante da bacia de captação pretérita e de 22,42 mg/L a jusante, com uma redução em 27% a jusante. Neste caso, a homogeneidade dos resultados não se manteve pela proximidade dos pontos de coleta, pois possivelmente quando a água chega na pequena bacia/barragem de captação pretérita, parte destes sais podem decantar, pela menor velocidade da água, o que diminuiria um pouco seu teor no ponto de coleta a jusante. Entretanto, ambos os valores estão muito abaixo do limite máximo permitido para rios Classe I e II, que é de até 250 mg/L em ambos os casos e de até 250 mg/L para os padrões de potabilidade.

**Turbidez** - A turbidez foi de 4,5 uT e de 4,9 uT a montante e a jusante, respectivamente, da bacia de captação pretérita, podendo-se considerar, pela proximidade dos pontos de coleta, uma turbidez média de 4,7 uT, muito baixa, tendo em vista a qualidade da água do rio neste trecho, próximo à cabeceira, e o período de estiagem (tempo seco), que diminui a turbidez da água. Pelo valor obtido este parâmetro já atende a qualidade para Classe I e estaria também abaixo do VMP pela Portaria 2914/2011, para a potabilidade. Este parâmetro está coerente com o valor da condutividade baixa, que denota também baixo teor em partículas sólidas em suspensão, o que também diminui o valor da turbidez. Entretanto, este é um parâmetro que deve ser avaliado conjuntamente com outras análises, e não configura especificamente problemas de contaminação, mas poderia comprometer a qualidade da água em período chuvoso, pelo aumento de partículas em suspensão, o que requer maior eficiência no tratamento.

**Coliformes totais** – Os valores obtidos nas amostras de água coletadas a montante e a jusante da bacia de captação pretérita resultaram em mais de 2000 UFC/mL. Este parâmetro não atende a CONAMA para rio Classe I (1000 UFC/100 mL), mas atende para Classe II.

***Escherichia coli*** - Os valores obtidos para *Escherichia coli* de  $4 \times 10^2/100$  mL, a montante, e de  $4,6 \times 10^2/100$  mL, a jusante, atendem aos parâmetros para Classe II.

Os demais parâmetros como Fluoreto total, DBO, OD e fósforo total, não foram analisados, mas devem ser determinados em estudos futuros para que se possa avaliar com melhor segurança o enquadramento do manancial superficial.

Pelos resultados gerais, de um modo simplificado, considerou-se que o rio Paineal até poderia ser enquadrado como rio Classe I, tendo em vista que o trecho estudado pertence à região de cabeceira, e com nenhum aporte significativo de poluentes, considerando-se também a preservação da mata ciliar e a ocupação do entorno. No mais, as amostras foram coletadas no início do período de estiagem, havendo a necessidade de análise preliminar para enquadramento, no período chuvoso também, quando as alterações de alguns parâmetros são mais significativas.

Então, por questões de segurança, uma vez que os parâmetros DBO e OD não foram avaliados conclui-se, preliminarmente, que o rio pode ser enquadrado como Classe II, que requer tratamento convencional para abastecimento humano.

#### 6.5.2 MANACIAL SUBTERRÂNEO – QUALIDADE DA ÁGUA DO POÇO

A Tabela 3 apresenta os resultados das análises das amostras de água coletadas diretamente do poço tubular profundo, aproximadamente a cada duas horas, a partir das 09:30, e que são comparados com VMP da Portaria 2914/2011. A última coleta foi realizada com 35 minutos de antecedência, por questões de logística de transporte e horário, para entrega ao laboratório de análise em tempo hábil de validade das amostras para as análises requeridas.

Tabela 6 – Comparação dos resultados de potabilidade das amostras coletadas na entrada do sistema de tratamento da ETA CASAN/Paineal (água do poço) com a Portaria 2914/2011

Parâmetros	ES1-09:30	ES2-11:15	ES3-13:15	ES4-14:40	Portaria 2914/2011 - VMP <sup>29</sup>
<b>Alcalinidade Total</b>	185,12 mg/L	210,04 mg/L	202,92 mg/L	199,36 mg/L	-
<b>Alumínio</b>	0,05 mg/L	< 0,02 mg/L	0,12 mg/L	< 0,02 mg/L	0,2 mg/L
<b>Cloretos</b>	3,9 mg/L	2,48 mg/L	2,48 mg/L	2,13 mg/L	250 mg/L

<sup>29</sup> Valor Máximo permitido



<b>Cloro Residual Livre</b>	0,12 mg/L	0,11 mg/L	0,2 mg/L	0,12 mg/L	Mínimo de 0,2 mg/L ou 2 mg/L de Cl residual combinado, na água tratada, em qualquer ponto da rede
<b>Condutividade específica a 25°C</b>	148,13 µS/cm	173,84 µS/cm	173,79 µS/cm	174,26 µS/cm	Varia Entre 30 e 2000 µS/cm
<b>Cor Aparente</b>	< 1 uH	< 1 uH	< 1 uH	< 1 uH	15 uH
<b>Dureza Total</b>	45,08 mg/L	50,96 mg/L	41,16 mg/L	40,18 mg/L	500 mg/L CaCO <sub>3</sub>
<b>Ferro Total</b>	< 0,2 mg/L	< 0,22 mg/L	< 0,41 mg/L	< 0,2 mg/L	0,3 mg/L
<b>Manganês</b>	< 0,05 mg/L	< 0,05 mg/L	< 0,05 mg/L	< 0,05 mg/L	0,1 mg/L
<b>Nitrato (como N)</b>	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L	< 0,1 mg/L	10 mg/L
<b>pH</b>	7,6	7,82	7,57	7,61	6 a 9,5
<b>Sulfato</b>	11,9 mg/L	11,74 mg/L	17,22 mg/L	18,46 mg/L	250 mg/L
<b>Turbidez</b>	< 1 uT	< 1 uT	< 1 uT	< 1 uT	1,0 uT em 95% das amostras
<b>Coliformes Totais</b>	< 1UFC <sup>30</sup> /100mL	< 1UFC/100mL	< 1UFC/100ml	< 1UFC/100mL	<500 UFC/100 mL
<b>Escherichia coli</b>	< 1/100 mL água	< 1/100 mL água	< 1/100 mL água	< 1/100 mL água	Ausência em 100 mL água (saída do tratamento) e na distribuição (reservatório e rede)
<b>Fluoreto</b>	0,35 mg/L	< 0,001 mg/L	< 0,001 mg/L	0,07 mg/L	1,5 mg/L

**Alcalinidade Total** – A acidez de águas naturais depende do pH, pois é devido ao CO<sub>2</sub>, que estará presente somente em pH entre 4,4 e 8,3. Neste caso, o pH médio nos horários de coleta de água diretamente no poço (ES) é de 7,65. O valor médio da alcalinidade nos pontos de entrada foi de 199,36 mg/L CaCO<sub>3</sub>, o que é coerente com o valor de pH, e que pode indicar a alcalinidade somente devido à presença de bicarbonatos na água. A alcalinidade da água é sua capacidade de neutralização de um ácido, sendo que a alcalinidade não significa necessariamente que o pH do meio deve ser superior a 7. A água subterrânea com pH abaixo de 7 também pode conter alguns sais que neutralizam ácidos e, portanto, ter alguma alcalinidade mensurável. Os íons carbonato e bicarbonato contribuem para a alcalinidade da água, já os íons cloreto, sulfato e nitrato não.

**Alumínio** – A concentração média de alumínio na água do poço, no período analisado, foi de 0,052 mg/L, atendendo a Portaria 2914/2011, para a potabilidade. O alumínio pode estar presente na água como consequência de lixiviação de rochas ou atividades antrópicas.

<sup>30</sup> UFC = Unidade de Formação de Colônia

Normalmente as concentrações são baixas, mas valores superiores a 0,2 mg/L podem causar gosto desagradável na água e problemas de saúde.

**Cloretos** – O valor médio dos cloretos para a água bruta do poço é de 2,74 mg/L, muito abaixo do VMP para potabilidade (250 mg/L). O valor de cloretos depende muito da geoquímica da rocha atravessada pela água. Em basaltos pode ser originado em pequenas proporções da dissolução de minerais, a exemplo dos piroxênios.

**Condutividade Elétrica** – A condutividade média no período de coleta da água do poço foi de 167,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Tendo em vista que as águas subterrâneas refletem o ambiente percolado, a condutividade expressaria adequadamente o meio, bem como a interação com outras águas. A estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD), obtida através da condutividade elétrica, dá uma ideia da potabilidade da água. Segundo Feitosa e Manoel Filho (1997), na maioria das águas subterrâneas naturais, a condutividade Elétrica da água multiplicada por um fator, que varia entre 0,58 a 0,75 gera uma boa estimativa dos sólidos totais dissolvidos (STD) na água.

**Cor aparente** – O resultado para a cor aparente resultou abaixo de 1uH, não indicando a presença de ferro em excesso ou outros compostos que dão cor à água.

**Dureza Total** – O valor médio da dureza da água bruta do poço para as amostras analisadas foi de 44,34 mg/L equivalente de  $\text{CaCO}_3$ . Pode-se considerar a água do poço branda ou mole, pois o valor médio é  $< 75 \text{ mg/L CaCO}_3$ . Os valores obtidos estão todos abaixo do VMP, de 500 mg/L, pelas Portarias do MS.

**Ferro total** – O valor médio para o ferro total, no período avaliado, para a água bruta do poço é cerca de 0,2 mg/L, abaixo do VMP pela Portaria 2914/2011, de 0,3 mg/L. A única amostra que ultrapassou um pouco esse limite foi a ES3-13:15. A origem desses elementos está vinculada a ocorrência de minerais ferromagnesianos das rochas vulcânicas da região que, quando intemperizadas quimicamente, acabam por originar óxidos e hidróxidos de ferro.

Os corpos de água têm, em geral, concentrações em ferro menores que 0,7 mg/L. Somente em águas subterrâneas agressivas, ou seja, com muito  $\text{CO}_2$  dissolvido, o que lhe confere um pH ácido, e em ambientes anaeróbios, o teor em ferro pode chegar a 50 mg/L.

**Manganês total** – A concentração média em manganês é inferior a 0,05 mg/L, em todas as amostras no período coletado. Normalmente ocorre na água bruta associado com o ferro, tendo também sua origem na dissolução de minerais, sendo que sua concentração em águas

subterrâneas é bastante reduzida, normalmente inferiores a 1 mg/L, mas pode variar entre 0,001 mg/L a 0,6 mg/L.

**Nitrato** – O valor médio está abaixo de 0,1 mg/L, no período avaliado para a água bruta do poço. Os compostos em nitrogênio (nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal –  $\text{NH}_3$ ) indicam poluição da água por matéria orgânica (esgotos, águas residuárias, uso de fertilizantes etc.). Pelo valor obtido, não há indícios de contaminação na água do poço, e atende o padrão de potabilidade para este parâmetro.

**pH** – O pH médio da água do poço, no período de coleta é de 7,65. Em ambientes aeróbicos são formados compostos, do tipo ácido carbônico, pela oxidação do  $\text{CO}_2$  presente na matéria orgânica, na rocha alterada, próxima à superfície, onde o meio é mais oxidante. Este fator abaixa o pH da água. Por outro lado, em ambientes anaeróbios, pelo consumo de todo o oxigênio dissolvido na água subterrânea, ocorre o inverso, ou seja, a redução do  $\text{CO}_2$ , o que aumenta o pH da água, e muitas vezes precipitando carbonatos, tornando a água menos ácida. Neste caso, a água do poço está dentro do limite de potabilidade e é levemente básica, próxima a neutralidade, justificando- assim o valor de 7,65.

**Sulfato** – A concentração média em sulfato na água bruta do poço é de 14,83 mg/L. Este valor está bem abaixo do limite máximo de 250 mg/L para a potabilidade. A origem pode ser proveniente da dissolução de minerais, a exemplo de pirita associada aos basaltos.

**Turbidez** – O grau de turbidez também está abaixo do VMP pela Portaria 2914/2011 e da portaria nº 5/2017, de 1 uT, nas 4 amostras analisadas.

**Coliformes Totais** – Todos os resultados para as quatro amostras na entrada e na saída do sistema resultaram em valores menores que 1UFC/100 mL, atendendo às portarias do MS, cujo VMP é de 500 UFC/100 mL.

**Escherichia Coli** – O valor das análises nas 4 amostras de entrada do sistema foi de < 1/100 mL de água, praticamente ausentes, entretanto, é indicativo da necessidade de desinfecção no sistema de tratamento, para que haja ausência total deste micro-organismo em 100 mL de água tratada. Pode até haver algum tipo de infiltração na parte superior do aquífero, mas não é possível afirmar, pois seria necessário um estudo mais detalhado.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O teste de vazão na água do rio Painei indicou que a vazão outorgável é de 3,72 L/s, sendo um manancial de baixa disponibilidade hídrica. A vazão de 80%, de 50% da Q98, também não assegura o abastecimento em eventos críticos extremos, como o da seca atual.

Na captação pretérita, concluiu-se que não houve comprometimento da vazão ecológica do rio, pela demanda à época da operação deste sistema.

Com relação ao enquadramento do rio Painei alguns critérios estabelecidos para rio Classe I são atendidos, e, em outros casos, atende simultaneamente para Classe I e Classe II. Entretanto, outros critérios são de fundamental importância para estudos de qualidade/enquadramento, como a taxa de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que não foram medidos neste estudo. O enquadramento permite a gestão ambiental com o melhor controle dos recursos hídricos, e envolve uma sinergia entre comitês de bacias e agentes públicos, para os usos pretendidos.

Desse modo, como um indicativo de classificação do corpo hídrico superficial e pelas análises preliminares da qualidade da água em amostras coletadas e ainda por questões de segurança, conclui-se que o rio Painei pode ser enquadrado como rio Classe II.

Com relação à qualidade do manancial subterrâneo, as amostras coletadas na ES (entrada do sistema - diretamente do poço) não atendem às legislações Portaria 2914/2011 e Portaria de Consolidação do MS/GM nº 5/2017, quanto ao íon fluoreto, e em nenhuma delas o valor mínimo (0,8 mg/L) é alcançado. Entretanto, tais dados são aceitáveis pois os resultados destas amostras representam a qualidade natural da água subterrânea, antes de ser submetida ao sistema de tratamento. Neste caso, o tratamento é simplificado, pois dependendo da qualidade da água do manancial de origem, pode requerer apenas dosagens adequadas de cloração e fluoretação, principalmente na ausência de *Escherichia coli*. Ressalta-se que nos resultados das análises da água subterrânea (poço atual de abastecimento), identificou-se a ausência deste micro-organismo.

No ponto ES3 coletado às 13h15 foi ultrapassado o limite do parâmetro ferro total, todavia enquadra-se na mesma situação do parâmetro anterior, já que representa a condição da amostra antes do tratamento.

Ressalta-se que, em termos qualitativos, a qualidade da água de manancial subterrâneo, por poço tubular, praticamente não é afetada pelas alterações climáticas, não requerendo, portanto, ações mais complexas no sistema de tratamento.

Recomenda-se uma nova medição de vazão do poço em período chuvoso para verificar se o rebaixamento é permanente, já que a vazão reduziu significativamente, em relação à vazão medida por ocasião da perfuração, pois pode até secar em um horizonte de tempo curto, caso a tomada de água esteja sendo maior que o valor de recarga.

Por fim, as características fisiográficas/hidrológicas e geológicas/hidrogeológicas, induzem à locação correta do poço tubular, mas não é possível estabelecer uma relação direta entre os mananciais por sistemas de fraturas mais profundas, nos processos de recarga, tanto pela qualidade da água como no aspecto quantitativo, assumindo-se aqui, a recarga do rio apenas pelo lençol freático.

No momento atual, de escassez hídrica prolongada (seca) que a região atravessa, os dois mananciais tiveram suas vazões muito reduzidas, sendo que nem mesmo 80% da disponibilidade hídrica do manancial superficial supre as necessidades do município, e quanto ao poço, a seca prolongada vem agravando a situação do abastecimento público.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. 2011. Disponível em <https://www.abas.org/aguas-subterraneas-o-que-sao/>. Acesso em 27\_07\_2020.
- ALMEIDA JUNIOR, A. J. C. D. et al. Medição de velocidade e vazão em cursos d'água: molinete hidrométrico versus método do flutuador. 2012. Disponível em: <[http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2010\\_junior.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/conird2010_junior.pdf)>. Acesso em: 25 março. 2020.
- ATHAYDE, G. B.; ATHAYDE, C. V. M.; ROSA FILHO, E. F. Compartimentação hidroestrutural e aptidões químicas do Sistema Aquífero Serra Geral no estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 2012. 42 (suppl 1): 167-185. 2012. Disponível em [https://www.researchgate.net/profile/Gustavo\\_Athayde/publication/281453726\\_Compartimentacao\\_hidroestrutural\\_e\\_aptidoes\\_quimicas\\_do\\_Sistema\\_Aquifero\\_Serra\\_Geral\\_no\\_Estado\\_do\\_Parana/links/55e8877a08ae21d099c17b64/Compartimentacao-hidroestrutural-e-aptidoes-quimicas-do-Sistema-Aquifero-Serra-Geral-no-Estado-do-Parana.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Gustavo_Athayde/publication/281453726_Compartimentacao_hidroestrutural_e_aptidoes_quimicas_do_Sistema_Aquifero_Serra_Geral_no_Estado_do_Parana/links/55e8877a08ae21d099c17b64/Compartimentacao-hidroestrutural-e-aptidoes-quimicas-do-Sistema-Aquifero-Serra-Geral-no-Estado-do-Parana.pdf). Acesso em 22/05/2020.
- BORGHETTI, N. R.B.; ROSA FILHO, E. F.; BORGHETTI, J. R.; AQUÍFERO GUARANI: A verdadeira integração dos países do Mercosul, 2004, 214 pág.
- CARVALHO, Thiago Morato de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 01, n. 01, p.73-85, 05 nov. 2008. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/19/22>>. Acesso em: 25 março. 2020.
- COSTA, W.D. Análise dos fatores que atuam no aquífero fissural. Revista águas Subterrâneas. 1986. Anais do IV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas Disponível em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23584/15663>. Acesso em 22/05/2020.
- COSTA, W.D. A hidrogeologia do cristalino à luz da mecânica das rochas. In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1, Anais...Recife, ABAS, v. 1, p.375-83, 1980.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. Hidrologia. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1988. 291 p.
- GIAMPÁ, C. E. Q; GALDIANO, G. Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. 2 ed. Ver. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- FERNANDES, A. J.; MALDANER C. H.; ROULEAU, A. Análise das Fraturas nos Basaltos de Ribeirão Preto, SP: Aplicação à Elaboração de Modelo Hidrogeológico Conceitual. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 11, n. 3, p. 43-64, dezembro 2011. Disponível em <http://www.revistas.usp.br/guspssc/article/view/27514/29286>. Acesso em 17 de outubro de 2020.

- FLORES, J. L. M - Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina / José Luiz Flores Machado. – Porto Alegre : CPRM, 2013. 1 CD-ROM. – (Cartas Hidrogeológicas Estaduais)
- FRAGA, C. G. - 1986. Introdução ao Zoneamento do Sistema Aquífero Serra Geral no Estado do Paraná. São Paulo, 125 p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (USP).
- FRANCO-MAGALHÃES, A. O. B., HACKSPACHER, P. C., SAAD, A. R. - Exumação tectônica e reativação de paleolineamentos no Arco de Ponta Grossa: termocronologia por traços de fissão em apatitas. Revista Brasileira de Geociências. 2010. 40 (2): 184.
- MANASSES, F.; ROSA FILHO, E. F.; HINDI, E. C.; BITTENCOURT, L. A. V. Estudo hidrogeológico da Formação Serra Geral na região sudoeste do estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências. V. 64-65 (2011) 59-67. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/305322861\\_ESTUDO\\_HIDROGEOLOGICO\\_DA\\_FORMACAO\\_SERRA\\_GERAL\\_NA\\_REGIAO\\_SUDOESTE\\_DO\\_ESTADO\\_DO\\_PARANA](https://www.researchgate.net/publication/305322861_ESTUDO_HIDROGEOLOGICO_DA_FORMACAO_SERRA_GERAL_NA_REGIAO_SUDOESTE_DO_ESTADO_DO_PARANA). Acesso em 22/05/2020.
- MARIANO, I. B. Testes de vazão. XIV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. II Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste. Disponível em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23230/15341>. Acesso em 22/05/2020
- MESTRINHO, S. S. P. – Fundamentos da classificação da qualidade das águas subterrâneas. Revista Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS). XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2012. Disponível em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27729>. Acesso em 20/05/2020.
- MILANI, E. J. Origem e evolução de bacias sedimentares - [https://www.researchgate.net/publication/329516143\\_Origem\\_e\\_evolucao\\_de\\_bacias\\_sedimentares](https://www.researchgate.net/publication/329516143_Origem_e_evolucao_de_bacias_sedimentares)
- MORAIS, F. 1999. Estudo hidrogeológico sucinto para a locação de poços nas localidades de Parreira, Santana e Pau de Leite – Iguaraci/PE. Recife: CPRM, 1999. 16 p.il.
- MOTTA E COSTA, M. L.; MEDEIROS, C.M.; BATISTA, M. L.DE C.; RIBEIRO, M. M. R. ANÁLISE DA INTEGRAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS NO APARATO LEGAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO BRASIL E DO ESTADO DA PARAÍBA. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2008. <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1178>. Acesso em 16/05/2020
- NUNES, F. G.; RIBEIRO N.C.; FIORI A. P. Propriedades morfométricas e aspectos físicos da bacia hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba-Raraná. VI Simpósio Nacional da Geomorfologia
- PICCIRILLO, E. M.; MELFI A. J.; COMIN-CHIARAMONTI P.; BELLINI, G; ERNESTO, M. MARQUES, L. S. ; NARDY, A. J. R.; PACCA, I. G.; ROISENBERG, A. STOLFA, D. Continental Flood Volcanism From the Paraná Basin (Brazil). Disponível em

[https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-015-7805-9\\_6](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-94-015-7805-9_6). Acesso em 18/05/2020.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE PAINEL. V. I. Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico. 2011. 265.p.

RAFAELI NETO, S. L. Análises morfométricas em bacias hidrográficas integradas a um sistema de informações geográficas. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1994.

REBOUÇAS, A.C. Potencialidades hidrogeológicas dos basaltos da bacia do Paraná no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 30, Anais...Recife, v.6, p.2963-76.

REGINATO, P. A. R.; AHLERT, S.; GILOLI, K. C.; CEMIN, G. – caracterização hidrogeológica e hidroquímica do aquífero livre localizado no manto de alteração da Formação Serra Geral, na bacia hidrográfica Taquari-Antas, região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v. 7, n.2, 2012. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n2/v7n2a13.pdf>. Acesso em 27/07/2020.

RENNE, P. R.; ERNESTO, I. G. P.; COE, R. S.; GLEN, J. M.; PRÉVOT, M. PERRIN, M. (1992). The age of Paraná Flood Volcanism, Rifting of Gondwanaland, and the Jurassic – Cretaceous Boundary. Science 258 (5084):975-9. 1992 Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/6045113\\_The\\_Age\\_of\\_Parana\\_Flood\\_Volcanism\\_Rifting\\_of\\_Gondwanaland\\_and\\_the\\_Jurassic-Cretaceous\\_Boundary/link/0fcfd510bf04e19db9000000/download](https://www.researchgate.net/publication/6045113_The_Age_of_Parana_Flood_Volcanism_Rifting_of_Gondwanaland_and_the_Jurassic-Cretaceous_Boundary/link/0fcfd510bf04e19db9000000/download). Acesso em 15/05/2020.

Revisão da Norma de Potabilidade da Água para Consumo Humano. Disponível em <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/marco/06/Documento-de-contextualiza---o-sobre-o-processo-de-revis--o.pdf> . Acesso em 16 de maio de 2020.

SDE. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: ENGEMAP, 2013. Documento Digital.

SDE. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, **PORTARIA SDE nº 36 de de 29 de julho de 2008**, disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/>

SDE. SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DO ESTADO DE SANTA CATARINA, **PORTARIA SDE nº 51 de 02 de outubro de 2008**, disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/>

STELLATO, T. B. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA DA ÁREA DE INSTALAÇÃO DO FUTURO REATOR MULTIPROPÓSITO BRASILEIRO – RMB, COMO UMA FERRAMENTA PARA A OBTENÇÃO DA LICENÇA DE INSTALAÇÃO. 2017. Dissertação. 209 p. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-16032018-164003/publico/2017StellatoAvaliacao.pdf>. Acesso em 16 de maio de 2020.



- TEODORO, V. L. I.; TEIXEIRA D.; COSTA D. J. L.; FULLER B.B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. [Editorial]. Revista Uniara, n. 20, p. 136-154, 2007
- ZALÁN, P. V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J. C. J., MARQUES, A., ASTOLFI, M. A. M., VIEIRA, I. S., APPI, V. T. & ZANOTTO, O. A. 1990. (org.: Raja Gabiglia, G. P. Milani, E. J.) Bacia do Paraná. In: Origem e Evolução de Bacias Sedimentares. Petrobras, pp. 681-708.

## ANEXO I – ANÁLISES LABORATORIAIS DA ÁGUA DO RIO PAINEL

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3751.2020\_APO\_6\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável

**Ponto de coleta/Produto:** Rio 2 - Jusante

**Responsável pela amostragem:** Cliente

**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente

**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C

**Finalidade:** Controle interno

**1ª Legislação:** 4- Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 - Água Doce Classe II

**Quantidade amostrada:** 01 frasco

**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 10:35

**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	60,52 mg/L	-
Alumínio	0,10 mg/L	-
Cloretos	2,48 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre	0,12 mg/L	-
Condutividade Especifica a 25° C	46,41 µS/cm	-
Cor Aparente	5,00 uH	-
Dureza Total	34,30 mg/L	-
Ferro Total	0,82 mg/L	-
Manganês	<0,05 mg/L	-
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10,0 mg/L
pH	7,03 pH a 25 °C	-
Sulfato	22,42 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	4,90 NTU	≤ 100 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	13/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	ABNT NBR 7353:2014	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3751.2020\_APO\_6\_1

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados  $< 1,0$ , considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

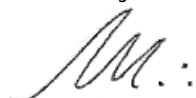
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3751/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

## RELATORIO DE ENSAIO A\_3751.2020\_APO\_6\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** Rio 2 - Jusante  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 4- Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 - Água Doce Classe II

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 10:35  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	>2,0x10 <sup>3</sup> est. UFC/100mL	-
Escherichia coli	4,6x10 <sup>2</sup> UFC/100mL	≤ 1,0x10 <sup>3</sup> UFC/100mL
Fluoreto	<0,001 mg/L	≤ 1,4 mg/L

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

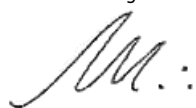
### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.

- Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.  
**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.  
**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação  
**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.  
**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.  
**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.  
**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.  
**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.  
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.  
**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).  
**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3751/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado

  
**Marco Aurélio Ronchi**  
 CRQ 13200466

  
**Felipe Gonçalves Lins**  
 CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa Contrato Anual: 5852-2019 OS Anual: 3751/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020 Hora Coleta: Início: 10:35 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_ Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3751.2020\_APO\_6\_1 Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: Rio 2 - Jusante  
Fabricante: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_ Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_  $\mu$ siemens/cm Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020 Hora: 15:20 Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli



Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3750.2020\_APO\_5\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável

**Ponto de coleta/Produto:** Rio - Montante

**Responsável pela amostragem:** Cliente

**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente

**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C

**Finalidade:** Controle interno

**1ª Legislação:** Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 - Água Doce Classe I

**Quantidade amostrada:** 01 frasco

**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 10:35

**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	56,96 mg/L	-
Alumínio	0,05 mg/L	-
Cloretos	1,77 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre	0,18 mg/L	-
Condutividade Especifica a 25° C	42,12 µS/cm	-
Cor Aparente	5,00 uH	-
Dureza Total	39,20 mg/L	-
Ferro Total	0,89 mg/L	-
Manganês	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10,0 mg/L
pH	7,21 pH a 25 °C	entre 6 e 9
Sulfato	30,80 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	4,50 NTU	≤ 40 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	03/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	ABNT NBR 7353:2014	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3750.2020\_APO\_5\_1

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados  $< 1,0$ , considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

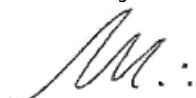
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3750/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**RELATORIO DE ENSAIO A\_3750.2020\_APO\_5\_1**

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

**DADOS DA AMOSTRA**

**Procedência:** Água Potável

**Ponto de coleta/Produto:** Rio - Montante

**Responsável pela amostragem:** Cliente

**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente

**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C

**Finalidade:** Controle interno

**1ª Legislação:** Resolução CONAMA nº 357 de 17/03/2005 - Água Doce Classe I

**Quantidade amostrada:** 01 frasco

**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 10:35

**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	>2,0x10 <sup>3</sup> est. UFC/100mL	-
Escherichia coli	4,0x10 <sup>2</sup> UFC/100mL	≤ 2,0x10 <sup>2</sup>
Fluoreto	0,45 mg/L	≤ 1,4 mg/L

**VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO**

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

**DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE**

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.

Escherichia coli

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

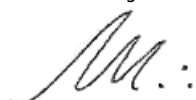
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3750/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa Contrato Anual: 5852-2019 OS Anual: 3750/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020 Hora Coleta: Início: 10:35 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_ Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3750.2020\_APO\_5\_1 Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: Rio - Montante  
Fabricante: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_ Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_  $\mu$ siemens/cm Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020 Hora: 15:20 Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli



Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539



## ANEXO II– ANÁLISES LABORATORIAIS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3746.2020\_APO\_1\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável

**Ponto de coleta/Produto:** ES1

**Responsável pela amostragem:** Cliente

**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente

**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C

**Finalidade:** Controle interno

**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)

- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.

- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco

**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 09:30

**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	185,12 mg/L	-
Alumínio	0,05 mg/L	≤ 0,2 mg/L
Cloretos	3,90 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre**	0,12 mg/L	entre 0,2 e 5 mg/L
Condutividade Especifica a 25° C **	148,13 µS/cm	-
Cor Aparente	<1,00 uH	≤ 15 uH
Dureza Total	45,08 mg/L	≤ 500 mg/L
Ferro Total	<0,20 mg/L	≤ 0,3 mg/L
Manganês	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10 mg/L
pH**	7,60 pH a 25 °C	entre 6,0 e 9,5 pH a 25 °C
Sulfato	11,90 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	<1,00 NTU	≤ 5 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	03/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	SMWW, 23ª Edição, Método 4500-pH-B	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3746.2020\_APO\_1\_1

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Cloro Residual Livre

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

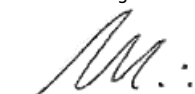
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3746/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

## RELATORIO DE ENSAIO A\_3746.2020\_APO\_1\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES1  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
 - Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
 - Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 09:30  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Escherichia coli	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Fluoreto	0,35 mg/L	entre 0,7 e 1,5 mg/L

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

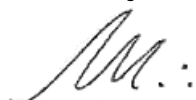
A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Fluoreto

- Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.  
**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.  
**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação  
**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.  
**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.  
**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.  
**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.  
**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.  
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.  
**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).  
**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3746/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado

  
 Marco Aurélio Ronchi  
 CRQ 13200466

  
 Felipe Gonçalves Lins  
 CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01



**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa      Contrato Anual: 5852-2019      OS Anual: 3746/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões      Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel      Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente      Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020      Hora Coleta: Início: 09:30 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_      Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3746.2020\_APO\_1\_1      Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: ES1  
Fabricante: \_\_\_\_\_      Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_      Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_      Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno      Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L      Equip: \_\_\_\_\_      Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L      Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_      Equip: \_\_\_\_\_      Condutividade: \_\_\_\_\_ µsiemens/cm      Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L      Equip: \_\_\_\_\_      Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU      Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m      Equip: \_\_\_\_\_      Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L      Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_      Equip: \_\_\_\_\_      Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_      Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

\_\_\_\_\_

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020      Hora: 15:20      Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli



Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3749.2020\_APO\_4\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES2  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 11:15  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	210,04 mg/L	-
Alumínio	<0,02 mg/L	≤ 0,2 mg/L
Cloretos	2,48 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre	0,11 mg/L	entre 0,2 e 5 mg/L
Condutividade Especifica a 25° C	173,84 µS/cm	-
Cor Aparente	<1,00 uH	≤ 15 uH
Dureza Total	50,96 mg/L	≤ 500 mg/L
Ferro Total	0,22 mg/L	≤ 0,3 mg/L
Manganês	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10 mg/L
pH	7,82 pH a 25 °C	entre 6,0 e 9,5 pH a 25 °C
Sulfato	11,74 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	<1,00 NTU	≤ 5 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	03/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	ABNT NBR 7353:2014	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3749.2020\_APO\_4\_1

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Cloro Residual Livre

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

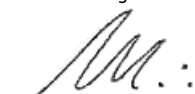
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3749/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

## RELATORIO DE ENSAIO A\_3749.2020\_APO\_4\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES2  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 11:15  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Escherichia coli	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Fluoreto	<0,001 mg/L	entre 0,7 e 1,5 mg/L

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

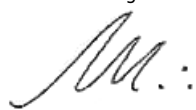
### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.  
**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.  
**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação  
**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.  
**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.  
**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.  
**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.  
**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.  
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.  
**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).  
**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3749/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 13 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado

  
Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466

  
Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa Contrato Anual: 5852-2019 OS Anual: 3749/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020 Hora Coleta: Início: 11:15 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_ Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3749.2020\_APO\_4\_1 Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: ES2  
Fabricante: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_ Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_  $\mu$ siemens/cm Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020 Hora: 15:20 Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli



Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3754.2020\_APO\_9\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES3  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
 - Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
 - Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 13:15  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	202,92 mg/L	-
Alumínio	0,12 mg/L	≤ 0,2 mg/L
Cloretos	2,48 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre	0,20 mg/L	entre 0,2 e 5 mg/L
Condutividade Especifica a 25° C	173,79 µS/cm	-
Cor Aparente	<1,00 uH	≤ 15 uH
Dureza Total	41,16 mg/L	≤ 500 mg/L
Ferro Total	0,41 mg/L	≤ 0,3 mg/L
Manganês	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10 mg/L
pH	7,57 pH a 25 °C	entre 6,0 e 9,5 pH a 25 °C
Sulfato	17,22 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	<1,00 NTU	≤ 5 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	13/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	ABNT NBR 7353:2014	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3754.2020\_APO\_9\_1

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra atende a legislação nos ensaios analisados.

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

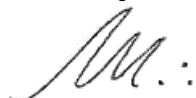
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3754/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

## RELATORIO DE ENSAIO A\_3754.2020\_APO\_9\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES3  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 13:15  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Escherichia coli	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Fluoreto	<0,001 mg/L	entre 0,7 e 1,5 mg/L

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE


A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Fluoreto

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.  
**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.  
**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação  
**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.  
**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.  
**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.  
**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.  
**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.  
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.  
**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).  
**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3754/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado

  
Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466

  
Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa Contrato Anual: 5852-2019 OS Anual: 3754/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020 Hora Coleta: Início: 13:15 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_ Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3754.2020\_APO\_9\_1 Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: ES3  
Fabricante: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_ Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_  $\mu$ siemens/cm Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020 Hora: 15:20 Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli



Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539



## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3753.2020\_APO\_8\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES4  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 14:40  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Alcalinidade Total	199,36 mg/L	-
Alumínio	<0,02 mg/L	≤ 0,2 mg/L
Cloretos	2,13 mg/L	≤ 250 mg/L
Cloro Residual Livre	0,12 mg/L	entre 0,2 e 5 mg/L
Condutividade Especifica a 25° C **	174,26 µS/cm	-
Cor Aparente	<1,00 uH	≤ 15 uH
Dureza Total	40,18 mg/L	≤ 500 mg/L
Ferro Total	<0,20 mg/L	≤ 0,3 mg/L
Manganês	<0,05 mg/L	≤ 0,1 mg/L
Nitrato(como N)	<0,10 mg/L	≤ 10 mg/L
pH	7,61 pH a 25 °C	entre 6,0 e 9,5 pH a 25 °C
Sulfato	18,46 mg/L	≤ 250 mg/L
Turbidez	<1,00 NTU	≤ 5 NTU

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Alcalinidade Total	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2320B	03/03/2020
Alumínio	0,02	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Al	12/03/2020
Cloretos	0,10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500B	03/03/2020
Cloro Residual Livre	0,10	-	Manual Merck Spectroquant Cloro Livre	03/03/2020
Condutividade Especifica a 25° C	10	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2510B	03/03/2020
Cor Aparente	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2120C	03/03/2020
Dureza Total	4,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2340C	13/03/2020
Ferro Total	0,20	-	SMWW22nd-3500B-Fe	03/03/2020
Manganês	0,05	-	SMWW, 23ª Edição, Método 3500B-Mn	03/03/2020
Nitrato(como N)	0,5	-	Manual Merck Spectroquant Nitrato	03/03/2020
pH	2,00	0,03	ABNT NBR 7353:2014	03/03/2020
Sulfato	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, 4500E-SO4	03/03/2020
Turbidez	1,00	-	SMWW, 23ª Edição, Método 2130B	03/03/2020

## RELATORIO DE ENSAIO A\_IN\_3753.2020\_APO\_8\_1

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Cloro Residual Livre

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.

**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.

**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação

**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.

**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.

**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.

**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.

**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.

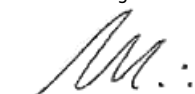
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.

**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).

**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3753/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado,



Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

## RELATORIO DE ENSAIO A\_3753.2020\_APO\_8\_1

**Interessado:** Raquel Valerio de Sousa  
**Contato:** Raquel  
**Endereço:** Av Luis de Camões, n 2090

**CPF:** 00453326811  
**E-mail:** raquel.valerio@gmail.com  
**Cidade:** Lages , Santa Catarina

### DADOS DA AMOSTRA

**Procedência:** Água Potável  
**Ponto de coleta/Produto:** ES4  
**Responsável pela amostragem:** Cliente  
**Responsável pelo transporte ao laboratório:** Cliente  
**Temperatura no recebimento:** 20,6 °C  
**Finalidade:** Controle interno  
**1ª Legislação:** 6- Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28/09/2017 (Anexo XX)  
- Ferro Total - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 2,4 mg/L.  
- Manganês - Conforme Artigo 39 o valor máximo permitido é 0,4 mg/L.

**Quantidade amostrada:** 01 frasco  
**Data da amostragem:** 27/02/2020 - 14:40  
**Data do recebimento:** 28/02/2020 - 15:20

PARÂMETRO	RESULTADO	LEGISLAÇÃO
Coliformes Totais	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Escherichia coli	<1,0 UFC/100mL	Ausente
Fluoreto	0,07 mg/L	entre 0,7 e 1,5 mg/L

### VALORES ADICIONAIS AO ENSAIO

PARÂMETRO	LQ	U95%	MÉTODO	INÍCIO DO ENSAIO
Coliformes Totais	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Escherichia coli	1,0	-	SMWW, 23ª Edição, Método 9222 K	02/03/2020
Fluoreto	0,001	-	SMWW, 23ª Edição, Método 4500D-F	12/03/2020

### DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

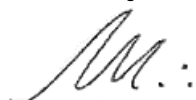
A amostra analisada não atende a legislação no(s) seguinte(s) ensaio(s):

Fluoreto

**Nota 1:** As amostragens realizadas pelo Laboratório Biológico seguem os Planos de Amostragem especificados nos documentos DQ 7.3.01 a DQ 7.3.06.  
**Nota 2:** Os resultados referem-se somente aos itens ensaiados.  
**Nota 3:** LQ - Limite de quantificação  
**Nota 4:** (\*) Serviço Subcontratado de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2017.  
**Nota 5:** (\*\*) Ensaio realizado nas dependências do cliente. Os demais ensaios foram realizados nas instalações permanentes do Laboratório Biológico.  
**Nota 6:** Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por completo, a reprodução de partes requer a aprovação escrita do Laboratório Biológico.  
**Nota 7:** Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,0, considera-se como Ausência.  
**Nota 8:** Na amostragem realizada pelo contratante as informações sobre a descrição da amostra são de sua inteira responsabilidade e os resultados se aplicam à amostra conforme recebida. Informações como data e hora de amostragem podem afetar a validade dos ensaios, assim como a conservação da amostra. São de responsabilidade do laboratório as informações de responsável pelo transporte da amostra, data, hora e temperatura de recebimento.  
**Nota 9:** Resultados de ensaios microbiológicos e físico-químicos podem ser alterados caso a amostragem não seja realizada corretamente e a amostra conservada adequadamente.  
**Nota 10:** Verifique a autenticidade deste relatório de ensaio no site [www.laboratoriobiologico.com.br](http://www.laboratoriobiologico.com.br).  
**Código do Relatório de Ensaio:** A\_3753/2020 **Código de Validação da Ordem de Serviço:** HI9-6EM3-0JY

**Data de Emissão:** 15 de Março de 2020

**Relatório de Ensaio aprovado por:** Rafaela Coimbra De Luca - Signatário autorizado, Felipe Gonçalves Lins - Signatário autorizado

  
Marco Aurélio Ronchi  
CRQ 13200466

  
Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

Fim do Relatório

RQ 7.8.01\_01

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: Raquel Valerio de Sousa Contrato Anual: 5852-2019 OS Anual: 3753/2020  
Endereço do cliente: Av Luis de Camões Telefone do cliente: (49) 328 99290  
Contato do cliente: Raquel Telefone:  
Contato no Local da Coleta:  
Observações Gerais:

**DADOS DA COLETA**

Responsável pela coleta: Cliente Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_  
Responsável pelo transporte da amostra ao laboratório: Cliente  
Data da Coleta: 27/02/2020 Hora Coleta: Início: 14:40 Término: \_\_\_\_\_  
Condições Climáticas: \_\_\_\_\_ Chuvas últimas 48 horas: \_\_\_\_\_  
Cliente solicitou alguma alteração no procedimento de coleta:

**DADOS DA AMOSTRA**

Identificação da amostra: : A\_ 3753.2020\_APO\_8\_1 Procedência: Água Potável  
Ponto de Coleta: ES4  
Fabricante: \_\_\_\_\_ Marca: \_\_\_\_\_  
Data fabricação / validade: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Lote: \_\_\_\_\_  
Lacre: \_\_\_\_\_ Cód. Amostra Cliente: \_\_\_\_\_  
Finalidade: Controle interno Quantidade de Amostras: 01 frasco  
Embalagem:  
Local Coleta:

**MEDIÇÕES EM CAMPO**

Cloro Res. Livre: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Total: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
pH: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_ µsiemens/cm Equip: \_\_\_\_\_  
Oxig. Dissolvido: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_ Turbidêz: \_\_\_\_\_ NTU Equip: \_\_\_\_\_  
Disco de Secchi: \_\_\_\_\_ m Equip: \_\_\_\_\_ Cloro Res. Comb.: \_\_\_\_\_ mg/L Equip: \_\_\_\_\_  
Temp. Amostra: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_ Temp.Ambiente: \_\_\_\_\_ Equip: \_\_\_\_\_

Observações de campo e internas:

**RECEBIMENTO NO LABORATÓRIO**

Responsável: Aline Calazans  
Data: 28/02/2020 Hora: 15:20 Temperatura: 20,6  
Assinatura Tec. em Amostragem: \_\_\_\_\_ Assinatura do Cliente: \_\_\_\_\_

**PARÂMETROS A ANALISAR**

Alcalinidade Total, Cloretos, Cloro Residual Livre, Condutividade Especifica a 25° C , Cor Aparente, Dureza Total, Fluoreto, Nitrato(como N), pH, Sulfato, Turbidez, Alumínio, Ferro Total , Manganês, Coliformes Totais, Escherichia coli





Melina Noschang  
CRQ 13200799



Felipe Gonçalves Lins  
CRQ 13403539

