

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**VICTOR HUGO BRAGA**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS ÁREAS  
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA REGIÃO DO BALNEÁRIO PASSO DO  
VERDE – SANTA MARIA/RS**

**Caçapava do Sul  
2018**

**VICTOR HUGO BRAGA**

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS ÁREAS  
DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA REGIÃO DO BALNEÁRIO PASSO DO  
VERDE – SANTA MARIA/RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich

**Caçapava do Sul  
2018**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do  
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

B813Í Braga, Victor Hugo

Índice de Qualidade da Água e Avaliação da Situação das  
Áreas de Preservação Permanente da Região do Balneário Passo  
do Verde - Santa Maria/RS / Victor Hugo Braga.

72 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação) -- Universidade  
Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2018.

"Orientação: Pedro Daniel da Cunha Kemerich".

1. Monitoramento Ambiental. 2. Poluição Hídrica. 3.  
Recursos Hídricos. I. Título.

VICTOR HUGO BRAGA

**ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DAS  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA REGIÃO DO BALNEÁRIO  
PASSO DO VERDE - SANTA MARIA/RS**

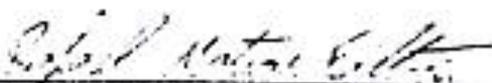
Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da  
Universidade Federal do Pampa,  
como requisito parcial para obtenção  
do Título de Engenheiro Ambiental e  
Sanitarista.

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em:  
11/12/2018

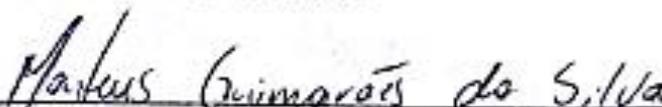
Banca examinadora:



Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Orientador  
UNIPAMPA



Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin  
UNIPAMPA



Prof. Dr. Mateus Guimarães da Silva  
UNIPAMPA

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu pai, Hygino Renan Fahrion Braga, minha mãe, Ingrid Wally Braga, minha irmã, Cristiane Braga, e meu primo, Cícero Braga Leturiondo, que sempre estiveram me apoiando e me dando forças para que eu continuasse lutando para a conclusão dessa etapa da minha vida.

Muito obrigado também à minha namorada, Ana Paula Machado Freitas, que compartilhou comigo esse momento, foi muito paciente em minhas ausências desde o início da minha graduação e me apoiou sempre, principalmente nos momentos mais difíceis.

Agradeço aos amigos e colegas da universidade que sempre torceram por mim e me apoiaram no decorrer da graduação, em especial aos grandes amigos e colegas de profissão: Paulo Castro Cardoso da Rosa, Caiuan Santos Nascimento, Karolina Lopes Ferreira e Bruna Antunes de Oliveira.

À Universidade Federal do Pampa, como entidade de ensino, instituição que será sempre lembrada com muito carinho.

Ao professor orientador Pedro Daniel da Cunha Kemerich por ter me guiado no decorrer desse trabalho com todo o suporte necessário;

Ao professor Rafael Matias Feltrin e ao professor Mateus Guimarães, constituintes da banca examinadora.

Aos meus chefes, Luiz Alberto Carvalho Junior e Maiquel Renato Olerich, pelos conhecimentos passados, empréstimo de equipamentos e do escritório, lugar que transformei em minha segunda casa (quase primeira).

Por fim, muito obrigado a todos tiveram participação de alguma forma, direta ou indiretamente, neste trabalho.

*“Por ti que algum dia deixei minhas mágoas  
Perdidas nas águas do Vacacaí.”*

Salvador Lamberty

## RESUMO

A dinâmica de ocupação e uso do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí é fator determinante para o comprometimento da qualidade de suas águas. O objetivo do presente trabalho é avaliar a atual condição da qualidade da água do Rio Vacacaí e de seu afluente denominado de Sangrador, no trecho situado na região do Balneário Passo do Verde – Santa Maria/RS, utilizando o Índice de Qualidade da Água desenvolvido pela National Sanitation Foundation - NSF. Para isso, o monitoramento ambiental da qualidade da água teve a duração de onze meses, iniciando em janeiro e finalizando em novembro de 2018, em três pontos previamente definidos. Como apoio aos resultados, foi analisada a situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) da região, através do mapeamento da cobertura vegetal remanescente, das atividades antrópicas desenvolvidas e da localização das áreas urbanizadas locais. Os resultados obtidos revelaram que a qualidade da água foi classificada como “Média” nos pontos localizados nas margens do Rio Vacacaí, já na margem do afluente Sangrador, a qualidade da água foi classificada como “Ruim”. Tais dados, quando analisados conjuntamente com o mapeamento da região, revelaram que a baixa média do IQA dos pontos estudados é consequência da urbanização sem planejamento prévio e das atividades antrópicas desenvolvidas na região, como a agricultura e a extração de areia. Sendo assim, caso não sejam adotadas medidas mitigadoras e compensatórias em breve, as atividades de recreação desenvolvidas no Balneário Passo do Verde poderão acarretar riscos à saúde dos moradores e visitantes.

**Palavras-chave:** Monitoramento Ambiental, Poluição Hídrica, Recursos Hídricos.

## **ABSTRACT**

The dynamics of occupation and land use of the Vacacaí River Basin is a determining factor for the quality of its waters. The objective of the present work is to evaluate the current water quality condition of the Vacacaí River and its tributary called Sangrador, in the section located around the Balneário Passo do Verde - Santa Maria / RS, using the Water Quality Index developed by National Sanitation Foundation - NSF. For this, environmental monitoring of water quality lasted eleven months, starting in January and ending in November 2018, at three previously defined points. In support of the results, the situation of the Permanent Preservation Areas of the region was analyzed by mapping the remaining vegetation cover, the anthropic activities developed and the location of the local urbanized areas. The results obtained showed that the water quality was classified as "Average" in the points located on the banks of the Vacacaí River, already on the margin of the Sangrador tributary, the quality of the water was classified as "Bad". These data, when analyzed in conjunction with the mapping of the region, revealed that the low WQI average of the points studied is a consequence of unplanned urbanization and anthropic activities developed in the region, such as agriculture and sand extraction. Therefore, if mitigating and compensatory measures are not adopted soon, the recreation activities developed at Passo do Verde Spa may cause health risks for residents and visitors.

**Keywords:** Environmental Monitoring, Water Pollution, Water Resources.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Mapa da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí.....	31
Figura 02 – Mapa dos Pontos de Coleta das Amostras .....	34
Figura 03 – Registros Fotográficos dos Pontos de Coleta das Amostras. ....	34
Figura 04 – Valores mensais de precipitações na área objeto de estudo no período de janeiro a novembro de 2018.....	39
Figura 05 – Gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, pH, Oxigênio Dissolvido e DBO, respectivamente .....	43
Figura 06 – Gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Turbidez, Nitrato, Fosfato e Sólidos Totais, respectivamente. ....	44
Figura 07 – Urbanização descontrolada na Área do Balneário Passo do Verde. ....	47
Figura 08 – Consequências da urbanização descontrolada na Área objeto do estudo.....	47
Figura 09 - Gráfico dos valores de IQA encontrados para os três pontos durante o período de amostragem.....	49
Figura 10 – Mapa de localização da Parcela Amostral do Inventário Florestal no Balneário Passo do Verde .....	50
Figura 11 – Inventário Florestal e Levantamento Dendrométrico no Balneário Passo do Verde .....	51
Figura 12 – Mapa Situacional do Uso do Solo e localização das APPs na região do Balneário Passo do Verde .....	55
Figura 13 – Mapa Situacional da urbanização e localização das APPs na região do Balneário Passo do Verde .....	56
Figura 14 - Mapa Situacional da urbanização e localização das APPs nas adjacências das duas Vilas da região .....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Formas predominantes do nitrogênio.....	24
Tabela 02 - Classificação das águas de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. ....	26
Tabela 03 – Coordenadas Geográficas em Graus Decimais dos pontos de coleta .....	33
Tabela 04 – Variáveis de qualidade e metodologias analíticas aplicadas <i>in situ</i> .....	35
Tabela 05 – Variáveis de qualidade e metodologias analíticas aplicadas em laboratório.....	36
Tabela 06 – Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos .....	37
Tabela 07 – Classificação do IQA .....	38
Tabela 08 – Dados de precipitação diários (mm) de Santa Maria-RS, retirados da Estação 83.936, ocorridos nos meses de janeiro a novembro de 2018 e os dias de coletas de água. ....	40
Tabela 09 – Valores encontrados de cada parâmetro analisado nos Pontos P1, P2 e P3. ...	42
Tabela 10 – Valores encontrados do IQA dos Pontos 1, 2 e 3 e a sua classificação .....	49
Tabela 11 – Dados do levantamento florestal de indivíduos arbóreos pertencentes ao Balneário Passo do Verde .....	52

## LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
APHA – American Public Health Association  
CAP - Circunferência a Altura do Peito  
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente  
DAP - Diâmetro a Altura do Peito  
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio  
DQO – Demanda Química de Oxigênio  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IMAP - Instituto de Meio Ambiente Pantanal  
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia  
IQA – Índice de Qualidade da Água  
LATRAM – Laboratório de Tratamento de Minérios  
NBR – Norma Brasileira  
NSF - National Sanitation Foundation  
OD – Oxigênio Dissolvido  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
ST – Sólidos Totais  
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
2.1	POLUIÇÃO HÍDRICA	15
2.2	ÍNDICES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	17
2.3	PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO IQA-NSF	18
2.3.1	Potencial Hidrogeniônico	18
2.3.2	Temperatura	19
2.3.3	Turbidez	20
2.3.4	Oxigênio Dissolvido	20
2.3.5	Coliformes Termotolerantes	21
2.3.6	Matéria Orgânica	21
2.3.7	Sólidos Totais	22
2.3.8	Fósforo	22
2.3.9	Nitrato	23
2.3.10	Condutividade Elétrica	24
2.4	LEGISLAÇÃO	24
2.5	DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA DA MATA CILIAR	29
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>30</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.2	ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE ÁGUA	32
3.2.1	Coletas e Preservação das Amostras de Água	32
3.2.2	Caracterização dos Pontos de Amostragem	33
3.2.3	Análises in situ de Qualidade da Água	35
3.2.4	Análises Laboratoriais de Qualidade da Água	35
3.2.5	Índice de Qualidade da Água	36
3.3	AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM APPs	38

<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1	MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	41
4.1.1	Interpretação dos resultados das análises de amostras de água.....	41
4.1.2	Índice de Qualidade da Água dos Pontos P1, P2 e P3 .....	48
4.2	AVALIAÇÃO SITUACIONAL DAS APPs.....	50
4.2.1	Inventário Florestal e Levantamento Dendrométrico.....	50
4.2.2	Mapeamento.....	53
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Devido a crescente ampliação das áreas urbanizadas dos municípios brasileiros e, também, à carência de ações fiscalizadoras por parte dos órgãos competentes, as construções irregulares e sem prévio planejamento estão cada vez mais presentes em paisagens até então intocadas, acarretando riscos de graves danos ambientais, os quais podem comprometer recursos naturais locais e, conseqüentemente, afetar a saúde pública da população da região.

Dos recursos naturais afetados, os recursos hídricos talvez sejam os que mereçam a maior atenção da sociedade em geral, pois a água é essencial em todas as camadas da civilização humana, sendo fundamental tanto ao desenvolvimento agrícola e industrial quanto aos princípios culturais e religiosos das pessoas, além de ter alta capacidade de veiculação de doenças. A Conferência de Paris, ocorrida em 1998, estabeleceu que "os recursos hídricos são fundamentais para o desenvolvimento das atividades de nossa sociedade, tanto as mais simplórias quanto as vinculadas à saúde, à produção de energia, de alimentos, etc" (GRANZIERA, 2002).

Desta maneira, é de suma importância que todos os indivíduos tenham acesso à água de boa qualidade. A água com um bom índice de qualidade é aquela que, como aponta Porto (1991), não diz respeito diretamente ao grau de pureza do fluido, mas sim a um padrão mais próximo possível do natural da água, isto é, como ela se encontra nas nascentes, sem a interferência antropogênica.

A crise de água, enfrentada por vários países atualmente, deve ser uma preocupação para todos, pois a inexistência de acesso à água de boa qualidade torna-se uma barreira ao desenvolvimento humano, aos direitos humanos e à paz. Diante disso, acredita-se que a gestão da sub bacia hidrográfica do Rio Vacacaí deva ser concebida como fundamental para a preservação de um recurso finito e valioso, tendo em vista que o crescimento populacional do município de Santa Maria e o uso descontrolado de seus corpos hídricos possam, em um futuro não tão distante, comprometer a disponibilidade e a qualidade da água.

Muitas cidades brasileiras nasceram ou expandiram suas divisas em margens de rios ou arroios, eliminando todo tipo de vegetação ciliar, isto é, o crescimento descontrolado afetou (e continua afetando) Áreas de Preservação Permanente, sendo o caso do município de Santa Maria/RS. As matas ciliares são vegetações que sofrem degradação por diversas atividades antrópicas, como construções de hidrelétricas, abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e implantação de culturas agrícolas ou de pastagens (MARTINS, 2001).

A intervenção humana em Áreas de Preservação Permanente é proibida pela Lei 12.651 de 2012, popularmente conhecida como Novo Código Florestal, a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Tal proibição se deve ao fato das matas ciliares atuarem como barreiras físicas, regulando os processos de troca entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e desenvolvendo condições propícias à infiltração (KAGEYAMA, 1986; LIMA, 1989).

Costa et al. (2004) explica que a presença da vegetação ciliar reduz, de forma significativa, os riscos de contaminação de corpos hídricos naturais por sedimentos, resíduos de adubos e pesticidas em geral, os quais podem ser lixiviados por escoamentos superficiais. Sendo assim, essa vegetação comporta-se como uma proteção que atua como uma excelente consumidora de nutrientes carreados por escoamentos provenientes de sistemas agrícolas circundantes (RIBEIRO, 1998).

Dentro dessa premissa, o presente trabalho teve o objetivo de determinar a qualidade da água do Rio Vacacaí e do afluente denominado de Sangrador, na extensão localizada na região do Balneário Passo do Verde, município de Santa Maria/RS. Para isso, foram utilizados o Índice de Qualidade da Água (IQA), desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF), e a Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, além de analisar os trechos do Rio Vacacaí e de seus afluentes, a fim de detectar os locais de maior vulnerabilidade à contaminação da água através da avaliação situacional da mata ciliar remanescente e das APPs.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Avaliar a qualidade da água do Rio Vacacaí e a situação real da cobertura vegetal em volta do Rio Vacacaí e seus afluentes, na região do Balneário Passo do Verde, Santa Maria/RS.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

A fim de se alcançar o objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a. Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água de dois diferentes pontos do Rio Vacacaí e a qualidade da água em um ponto do afluente denominado de Sangrador, estimando as cargas poluidoras e suas principais causas;
- b. Mapear e analisar a situação atual das Áreas de Preservação Permanente da região do Balneário Passo do Verde, tendo em vista os impactos de uso e ocupação provenientes das atividades desenvolvidas na região.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. POLUIÇÃO HÍDRICA**

Entende-se como poluição hídrica, ou poluição das águas, a introdução de partículas estranhas ao ambiente natural, assim como induzir condições negativas em um determinado corpo d'água, de forma direta ou indireta. Esta poluição é intensificada quando há despejo direto de efluentes domésticos e industriais em corpos hídricos, sem prévio tratamento e desinfecção, em decorrência da não existência de sistemas de interceptação e tratamento para a demanda gerada (BOUCINHAS, 1995).

Conforme a Lei 6.938 de 1981, poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a

segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem negativamente a biota, as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e/ou lancem matérias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos na legislação. Já a contaminação ambiental pode ser definida pela Resolução CONAMA Nº 420/2009 como sendo a presença de substâncias químicas, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações suficientes para restringir a utilização do recurso natural, devido a presença de riscos à saúde humana.

Há três formas principais de contaminação de um corpo hídrico: a forma química, física e a biológica. A forma química altera a composição da água, enquanto que a forma física afeta negativamente a vida do ecossistema e a forma biológica acarreta um aumento excessivo de determinado microrganismo no ambiente (CETESB, 2016).

Segundo Von Sperling (2014), a qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. Para Merten e Minella (2002), o termo “qualidade da água” se trata das características físico-químicas e biológicas e, dependendo dessas características, são determinados diversos destinos para a água.

Mota (1981) comenta sobre a existência de diversas formas de poluição hídrica, como lançamento de esgotos domésticos e industriais, lançamento de águas pluviais, lançamento de detritos, entre outros. Sendo que os processos citados alteram a qualidade das águas, podendo até serem inutilizadas para o consumo humano ou animal.

Para o entendimento dos possíveis efeitos e as causas de determinado dano ambiental, faz-se necessário conhecer a proveniência das substâncias, compostos e/ou elementos causadores do impacto no local analisado: os chamados poluentes. Para Braga et al. (2005), os poluentes são resíduos gerados pelas atividades humanas, causando um impacto ambiental negativo, ou seja, uma alteração indesejável. Dessa maneira, a poluição está ligada à concentração ou quantidade de resíduos indesejáveis presentes na água.

Ao considerar os efeitos da qualidade da água, é preciso distinguir as *fontes pontuais* das fontes *não-pontuais* de poluição. As fontes pontuais são fábricas e outras instalações industriais e comerciais que liberam as substâncias tóxicas na água. As fontes não-pontuais representam um problema mais complicado. Elas incluem o escoamento superficial da agricultura, que pode carregar excesso de nutrientes, pesticidas e lodo para os rios, e do escoamento superficial urbano, que pode carregar metais tóxicos e orgânicos dos bueiros [...] para rios e lagos (SPIRO; STIGLIANI, 2009).

Além disso, Vazhemin (1972) explicita que a qualidade da água de uma microbacia também pode ser influenciada por outros fatores como o clima, a cobertura vegetal, a topografia, a geologia, bem como o tipo, o uso e o manejo do solo da bacia hidrográfica. Outras variáveis a serem consideradas, também, na avaliação da qualidade da água de uma microbacia são o grau de urbanização das áreas em seu entorno, a eficiência do saneamento básico, a aplicação das políticas ambientais e a atuação da fiscalização por parte dos órgãos ambientais.

## 2.2. ÍNDICES DE QUALIDADE DA ÁGUA

Um Índice de Qualidade de Água é um número adimensional que atribui um valor qualitativo a um conjunto de parâmetros testados em laboratório e agregados matematicamente. Mattos & Von Sperling (1999) descrevem o procedimento geral para a construção de um IQA, o qual é baseado em cinco etapas: seleção dos parâmetros a serem analisados, determinação das funções ou curvas de qualidade de cada parâmetro, determinação dos pesos relativos dos parâmetros escolhidos, agregação dos parâmetros através de uma expressão matemática e definição dos intervalos de qualidade .

Rocha et al. (2009a) explica que os Índices de Qualidade da Água foram criados com o objetivo de facilitar a interpretação de informações sobre qualidade da água de forma abrangente e útil, para especialistas ou leigos no assunto. Von Sperling (2014) vai de encontro com esta afirmação, ao apontar que os IQAs não são instrumentos de avaliação de atendimento à legislação ambiental, mas sim de comunicação para o público sobre as atuais condições ambientais dos corpos d'água.

A maioria dos IQAs em uso, atualmente, são baseados no IQA desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF). Von Sperling (2014) explica em sua obra como este índice foi criado:

A estrutura do índice foi estabelecida através de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área. Cada técnico selecionou os parâmetros que julgava relevantes para avaliar a qualidade das águas e estipulou, para cada um deles, um peso relativo. O tratamento posterior dos questionários respondidos definiu um conjunto de nove parâmetros considerados mais representativos para a caracterização da qualidade das águas: coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrato, fosfato total, temperatura da água, turbidez, sólidos (resíduos) totais, oxigênio dissolvido (VON SPERLING, 2014).

Ceretta (2004) afirma que o IQA-NSF é largamente utilizado no Brasil, mesmo que, algumas vezes, sendo verificadas algumas adaptações para alcançar uma melhor representatividade, frente às características locais das áreas de estudo. Ide et al. (2000) testaram a qualidade da água de corpos hídricos naturais do Estado de Mato Grosso do Sul, a fim de compreenderem quais IQAs refletiam melhor a situação local e, dentre os IQAs testados, o IQA-NSF foi um dos que melhor refletiram a realidade regional.

## **2.3. PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DO IQA-NSF**

### **2.3.1. Potencial Hidrogeniônico**

O Potencial Hidrogeniônico, ou simplesmente pH, é o parâmetro que indica a concentração de íons hidrogênio ( $H^+$ ), em escala antilogarítmica, revelando a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 2014). A escala usual varia de 0 a 14, sendo que abaixo de 7 a água é considerada ácida, acima de 7 é considerada alcalina, e igual a 7 neutra.

Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática em geral, inclusive de microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos (VON SPERLING, 1996). Além disso, valores elevados de pH podem estar

associados à proliferação de algas ou indicativo de lançamento irregular de efluentes industriais no corpo hídrico (VON SPERLING, 2014).

Sendo assim, a Resolução 357 do CONAMA estabelece que o pH deve estar sempre entre 6,0 e 9,0. É possível chegar ao valor do pH utilizando a seguinte equação, mostrada a seguir.

$$ph = -\log[H^+]$$

(Equação 01)

Onde:

pH: Potencial Hidrogeniônico;

Log: Logaritmo na base 10;

[H<sup>+</sup>]: Concentração do íon hidrogênio;

### 2.3.2. Temperatura

A temperatura é representada pela medida da intensidade de calor, dada pela transferência de calor por radiação, condução ou convecção. É um parâmetro físico com grande importância na ótica ambiental, pois conforme aumenta, acelera a velocidade de reações químicas (com exceção daquelas em que cause alterações nos catalisadores ou nos reagentes) e, além disso, exerce influência direta sobre outros parâmetros físico-químicos como a tensão superficial e a viscosidade (VON SPERLING, 1996).

Branco (1986) relata que a água possui uma excelente capacidade de armazenar calor, o que faz com que o rio, depois de aquecido, volte muito lentamente a sua temperatura natural. Além disso, a temperatura da superfície é influenciada pela estação do ano, circulação do ar, hora do dia, cobertura de nuvens, profundidade do corpo d'água, vazão, latitude e altitude (VON SPERLING, 2014).

O lançamento de efluentes com altas temperaturas diretamente no corpo d'água pode acarretar em graves desequilíbrios ambientais, já que todos os

organismos aquáticos possuem seus próprios limites de tolerância térmica (alguns mais sensíveis à variação térmica que outros), e caso esses valores sejam ultrapassados, podem ocorrer danos sobre seu crescimento e reprodução. Além disso, o aumento da temperatura diminui a solubilidade de gases, como o oxigênio dissolvido, e aumentam também a sua taxa de transferência, causando mau cheiro em casos de liberação de gases com odores desagradáveis (VON SPERLING, 2014).

### **2.3.3. Turbidez**

Conforme Von Sperling (1996), a turbidez limita a quantidade luz que atravessa uma amostra de água, sendo causada pela presença de materiais em suspensão resultantes do processo natural de erosão dos solos ou do lançamento indevido de esgotos e efluentes industriais diretamente nos corpos hídricos. O aumento da turbidez diminui a penetração da luz, causando a redução da fotossíntese e, conseqüentemente, gerando impactos significativos à vegetação submersa (VANZELA et al, 2004).

### **2.3.4. Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido (OD) pode ser considerado um dos parâmetros mais importantes (se não o mais importante) em análises de qualidade da água, já que o oxigênio presente em águas de corpos hídricos é utilizado na manutenção da vida de todos os organismos aeróbios ali presentes. Os cursos d'água onde são despejados esgotos domésticos apresentam baixas concentrações de OD, devido ao consumo do oxigênio em processos de decomposição de matéria orgânica.

A repercussão mais nociva da poluição de um corpo d'água por matéria orgânica é a queda nos níveis de oxigênio dissolvido, causada pela respiração dos microrganismos envolvidos na depuração dos esgotos. O impacto é estendido a toda a comunidade aquática, e cada redução nos teores de oxigênio dissolvido é seletiva para determinadas espécies (Von Sperling, 2014).

Na ausência, ou em baixíssimas concentrações do oxigênio, o curso d'água é dito, popularmente, como "morto". Von Sperling (2014) ainda explica que com OD em torno de 4-5 mg/L, morrem os peixes mais exigentes; com OD igual a 2 mg/L, praticamente todos os peixes estão mortos; e com OD igual a 0 mg/L, alcança-se as condições de anaerobiose da água.

### **2.3.5. Coliformes Termotolerantes**

A utilização deste parâmetro é justificada pela necessidade de avaliar a qualidade microbiológica da água associada às doenças de veiculação hídrica. Os coliformes termotolerantes representam um subgrupo das bactérias do grupo coliforme, sendo a principal representante desse subgrupo é a *Escherichia Coli*, de origem exclusivamente fecal (LECLERC et al., 2001).

Esteves & Sant'anna (2006) analisam que a incidência de infecções por esses organismos é mais frequente nas regiões tropicais, onde predominam aglomerações populacionais, condições sanitárias precárias e a contaminação dos suprimentos aquíferos ocorrem repetidamente. Este parâmetro é utilizado como a medida mais precisa de contaminação recente por fezes de seres humanos, ou animais de sangue quente, na água.

### **2.3.6. Matéria Orgânica**

Von Sperling (2014) explica que a matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo uma das causadoras de problemas de poluição das águas. Para a quantificação da MO, analisa-se dois parâmetros de forma indireta, a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO).

Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB (2016), a DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água através da decomposição microbiana aeróbia. A  $DBO_{5,20}$  é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C. Quando encontrada com altos valores em amostras de água, há uma diminuição nos

valores de oxigênio dissolvido, podendo provocar a mortandade de peixes e outros organismos aquáticos presentes no corpo hídrico. Sendo assim, podemos dizer que valores altos desse parâmetro indicam alto grau de poluição no curso d'água. A DBO dos esgotos domésticos está em torno de 300 mg/L (Von Sperling, 2014).

Em contrapartida, Rocha (2009a) expõe que o parâmetro DQO tem sido empregado para avaliar a carga orgânica em águas superficiais e residuárias passíveis de serem consumidas em oxidações aeróbicas. Na DQO, salvo algumas exceções, toda a matéria orgânica (MO) é oxidada, independente dela ser degradada ou não biologicamente. Portanto, os resultados da DQO são sempre maiores que a DBO (LENZI et al., 2009).

### **2.3.7. Sólidos Totais**

Segundo CETESB (2016), os sólidos nas águas são toda a matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis).

Sua quantidade excessiva contribui negativamente nos parâmetros de cor, de turbidez, de dureza e microbiológicos. Os ST impedem também a penetração de luz, reduzem o oxigênio dissolvido e induzem ao aquecimento dos corpos hídricos. Além disso, o total de sólidos agride sensivelmente a vida aquática, a sedimentação dos leitos, causa danos às desovas de peixes e às corrosões em sistemas de tratamento e distribuição de águas (CETESB, 2004).

### **2.3.8. Fósforo**

Chapra (1997) afirma que o fósforo é essencial à vida, porém geralmente o mesmo se encontra em baixas concentrações em ambientes aquáticos naturais. Apesar disso, o fósforo pode ser depositado em águas de corpos hídricos através da

ação antropogênica, seja ela por fertilizantes provenientes da agricultura ou, até, de produtos químicos de origem urbana (VON SPERLING, 2014)

Conforme IAWQ (1995), os esgotos domésticos são a principal fonte de fósforo em corpos d'água, trazendo-os em forma de fosfatos inorgânicos (polifosfatos e ortofosfatos), os quais são originados principalmente de detergentes e outros produtos químicos domésticos, e fosfatos orgânicos, ligados a compostos orgânicos de origem fisiológica.

O fósforo é de grande relevância para os estudos ambientais, pois grandes concentrações podem resultar em processos de eutrofização, já que é um nutriente essencial para o crescimento de algas. Conforme Thomann e Mueller (1987), a eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas em níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água.

Von Sperling, (2014) cita as principais interferências que o nutriente fósforo pode causar a ambientes aquáticos, são elas: problemas estéticos e recreacionais, eventuais condições anaeróbicas no rio, eventuais mortandades de peixes, maior custo e dificuldade no tratamento.

### **2.3.9. Nitrato**

O nitrogênio, assim como o fósforo, é um nutriente de grande importância no aspecto ambiental. Von Sperling (2014) traz alguns prós e contras acerca da presença do nitrogênio em águas naturais, tais como: a presença deste elemento nas águas é importante, pois é essencial para o crescimento de seres vivos, além disso, a sua presença em corpos hídricos que são usados na irrigação de plantios é considerada benéfica, já que atua como fertilizante. Porém, o nitrogênio também atua no crescimento de algas responsáveis por processos de eutrofização, podendo acarretar na mortandade de outros organismos aquáticos quando há concentrações muito elevadas. Outro aspecto negativo é que o nitrogênio, na forma de amônia livre ( $\text{NH}_3$ ) é tóxico aos peixes, e a forma de nitrato está associada a doenças como a metemoglobinemia (CETESB, 2016).

Von Sperling (2014) ainda relata que o lançamento em grandes quantidades de compostos de nitrogênio em corpos hídricos também prejudica o abastecimento público, a recreação e, como citado anteriormente, a preservação da vida aquática. Em corpos d'água, o nitrogênio apresenta-se em sob as formas mostradas na Tabela 01.

**Tabela 01** – Formas predominantes do nitrogênio

<b>FORMA</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>ESTADO DE OXIDAÇÃO</b>
Nitrogênio molecular	N <sub>2</sub>	0
Nitrogênio orgânico	Variável	Variável
Amônia livre	NH <sub>3</sub>	- 3
Íon amônio	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	- 3
Íon nitrito	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	+ 3
Íon nitrato	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	+ 5

Fonte: Von Sperling (2014)

### 2.3.10. Condutividade Elétrica

Conforme CETESB (2016), a condutividade elétrica pode ser definida como a capacidade que a água apresenta de conduzir corrente elétrica, estando diretamente relacionada com a presença de substâncias dissolvidas nela, as quais dissociam-se em ânions e cátions. Altos valores de condutividade elétrica indicam características corrosivas da água. Sendo assim, é possível afirmar que a condutividade elétrica é uma medida que representa de forma indireta as cargas poluidoras nas amostras.

## 2.4. LEGISLAÇÃO

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos teve sua implantação firmada pela Constituição de 1988. Em atendimento a este princípio constitucional, foi promulgada a Lei no 9.433 de 1997, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRAGA et al, 2005). Em seu Art. 1.º, assim dispõe:

*Art. 1.º – A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:*

- I. A água é um bem de domínio público;*
- II. A água é um recurso natural, limitado, dotado de valor econômico;*
- III. Em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;*
- IV. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;*
- V. A bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;*
- VI. A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades;*

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos assegurar a necessária disponibilidade de água, a utilização racional e integrada dos recursos, a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos (BRAGA et al., 2005).

O Art. 1º da Lei Federal nº 9.433 de 1997 valoriza o conceito de bacia hidrográfica, que já havia sido definida como “a unidade básica para o planejamento do uso, da conservação e da recuperação dos recursos naturais” (LENZI et al., 2009). Segundo a concepção de bacia hidrográfica, é possível a percepção que todos os aspectos ambientais são tratados conjuntamente, logo não há como preservar os mananciais sem definir Áreas de Preservação Permanente. A Lei Federal nº 12.651, de 2012, a qual dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e é popularmente conhecida como Novo Código Florestal, em seu Art 4º, estabelece:

*Art. 4.º – Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:*

- I. As faixas marginais de qualquer curso d’água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:*
  - a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;*

- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
  - c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
  - d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
  - e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
- II. Nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água" qualquer que sejam a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m de largura;

A Resolução do CONAMA nº 357 de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes, além de estabelecer a Classificação das águas em doces, salinas ou salobras. De acordo com esta Resolução, temos que:

- I. Águas doces: salinidade igual ou inferior a 0,5%;
  - II. Águas salobras: salinidade superior a 0,5% e inferior a 30%;
  - III. Águas salinas: salinidade igual ou superior a 30%;
- (CONAMA, 2005)

Segundo a mesma Resolução, o enquadramento das águas consiste no estabelecimento de uma meta ou objetivo de qualidade da água a ser alcançado ou mantido em um curso d'água, considerando os usos ao longo do tempo, e é possível a verificação da classificação das águas na Tabela 02:

**Tabela 02** – Classificação das águas de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005.

TIPOS DE ÁGUAS	CLASSES
Águas Doces	Especial, 1, 2, 3 e 4
Águas Salinas	Especial, 1, 2 e 3
Águas Salobras	Especial, 1, 2 e 3

Para cada classe, são atribuídos valores de parâmetros de qualidade e indicadores específicos, visando assegurar a qualidade mínima para seus possíveis usos. O foco da presente pesquisa é dado na seção das Águas Doces, que é o caso do Rio Vacacaí e seus afluentes. Sobre as Águas Doces, nesta mesma Resolução, temos:

### Seção I, Águas Doces.

*As águas doces podem ser classificadas em:*

*I – classe especial: águas destinadas:*

- a) Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;*
- b) À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;*
- c) À preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação ode proteção integral;*

*II – classe 1: águas que podem ser destinadas:*

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;*
- b) À proteção das comunidades aquáticas;*
- c) À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;*
- d) À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas, sem remoção de película;*
- e) À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;*

*III – classe 2: águas que podem ser destinadas:*

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;*
- b) À proteção das comunidades aquáticas;*
- c) À recreação de contrato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho;*
- d) À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público pssa vir a ter contato direto;*
- e) À aquicultura e à atividade de pesca;*

*IV – classe 3: águas que podem ser destinadas:*

- a) Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;*
- b) À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;*
- c) À pesca amadora;*

- d) *À recreação de contato secundário*
- e) *À dessedentação de animais;*

V – classe 4: *águas que podem ser destinadas:*

- a) *À navegação;*
- b) *À harmonia paisagística;*

As condições específicas para os parâmetros de DBO Oxigênio Dissolvido, Nitrogênio e Fósforo estão apresentadas no Artigo 10 da Resolução CONAMA 357/05, como podem ser observadas abaixo:

*Art. 10º. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.*

*§ 1º. Os limites de DBO, estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de OD previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.*

*§ 2º. Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.*

*§3º. Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for o fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.*

Von Sperling (2014) explica que a vazão de referência é a vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão. Nesta Resolução, a vazão de referência não foi especificada, e deverá ser definida segundo critérios a serem estabelecidos pelos órgãos competentes.

## 2.5. DEFINIÇÃO E IMPORTÂNCIA DA MATA CILIAR

A Mata Ciliar, no ponto de vista hidrológico e ecológico, é fundamental para a manutenção da qualidade da água de rios e nascentes, assim como Alcalá et al (2006), ao citar Salvador (1987) e Reichardt (1989) ressalta que a mata ciliar:

Contribui com a manutenção da qualidade da água, a estabilidade do solo das áreas marginais, a regularização do regime hídrico através da sua influência no lençol freático, funciona como filtro do escoamento superficial, protegendo os cursos d'água de adubos e defensivos agrícolas, além de fornecer alimento para a fauna aquática e silvestre ribeirinha.

Rodrigues & Gandolfi (2001) denominam as matas ciliares como florestas ribeirinhas, pois são florestas que ocorrem ao longo de corpos hídricos naturais e no entorno de nascentes. Esta vegetação é de extrema importância, já que controla a chegada de nutrientes, sedimentos e a erosão de taludes, atua na interceptação e absorção da radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica da água (DELITTI, 1989).

Leite et al. (2004) explica que quanto mais perto de centros urbanos, as matas ciliares são localizadas, maiores são as chances de sofrerem intensas perturbações, em função de fatores de degradação como o desmatamento, o despejo de resíduos urbanos de forma ambientalmente incorreta, despejo de esgoto doméstico e industrial, canalizações irregulares e desvios de riachos e córregos, erosões urbanas devido à impermeabilização do solo, fato que ocasiona aumento no escoamento superficial. Entretanto, a sua destruição deve ser evitada, ao máximo possível, haja vista que as matas ciliares são consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal (LIMA E ZAKIA, 2001).

Apesar de sua grande importância ao meio ambiente, a cobertura vegetal ao longo de rios e nascentes do Estado do Rio Grande do Sul tem sofrido intensos danos ambientais, nos últimos anos, dificultando a manutenção da biodiversidade local. Tais danos ambientais normalmente são causados pela implantação de atividades agrícolas, como o arroz e a soja.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio Vacacaí é um importante rio do estado do Rio Grande do Sul, podendo ser considerado o principal rio da Bacia Hidrográfica do Vacacaí, parte da região hidrográfica do Guaíba. A Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí possui uma área de 10.000 Km<sup>2</sup>, sendo contribuinte do Rio Jacuí, englobando parcial ou totalmente a área de 11 municípios gaúchos (ARAÚJO, 1998).

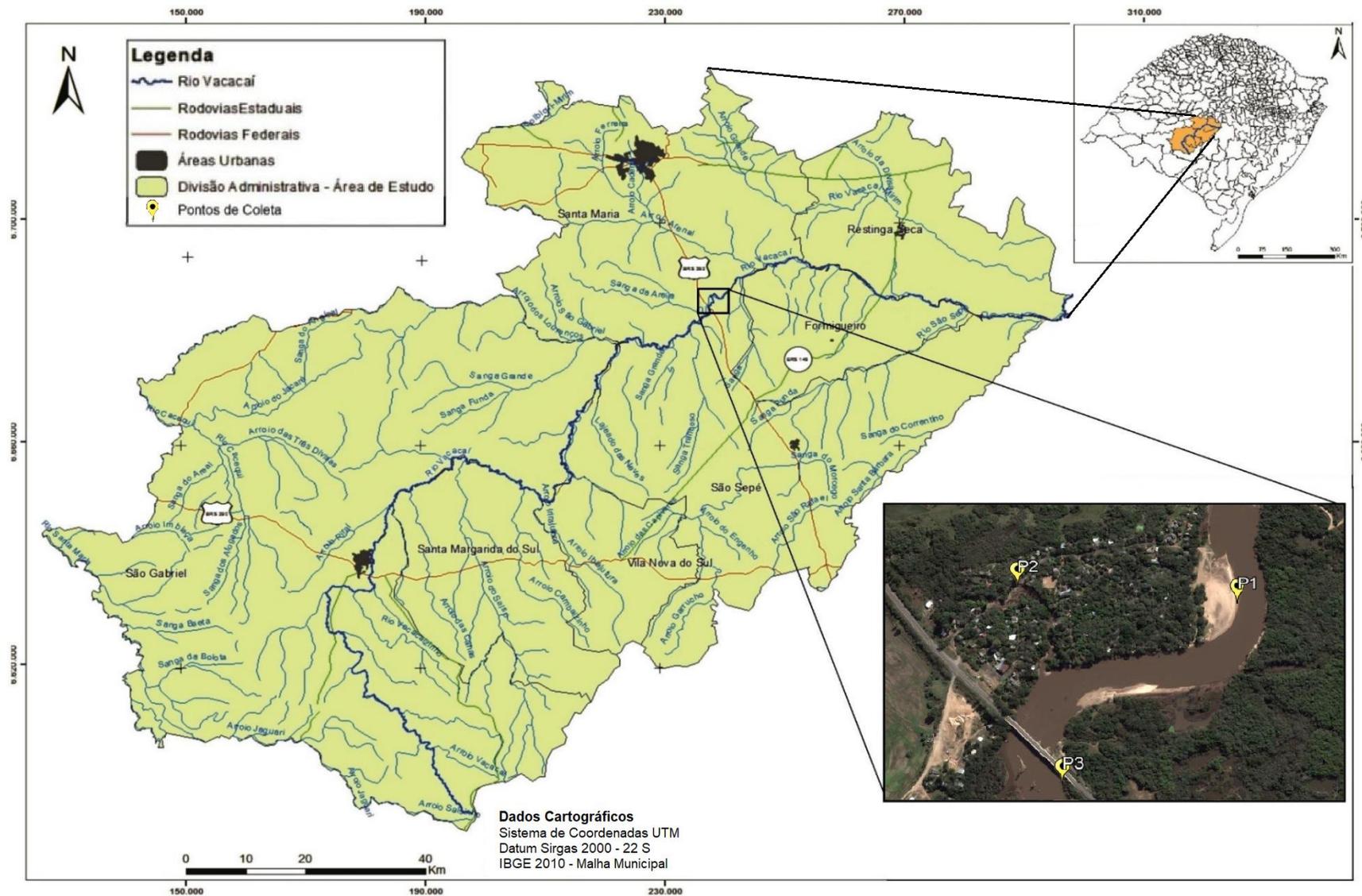
A área de estudo compreende a região do Balneário Passo do Verde, o qual é localizado nas margens do Rio Vacacaí, na divisa do município de Santa Maria com o município de São Sepé, pertencentes à região central do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas UTM Lat. 6685764.00 m S Long. 238941.00 m O e Lat. 6683703.00 m S Long.237224.00 m O (Figura 01).

O Balneário Passo do Verde é um importante ponto turístico da região e o primeiro balneário a surgir no município de Santa Maria. É muito procurado por banhistas devido as casas de veraneio, sua área de camping, pelos shows oferecidos e por seu Carnaval. Nas redondezas estão situados alguns empreendimentos, tais como: duas empresas do ramo de extração de areia, um minimercado, um bar e um restaurante, além de uma extensa área agrícola.

Conforme Santos et al. (2006), o clima na área da bacia hidrográfica, seguindo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical, com precipitações bem distribuídas ao longo do ano. Cabe destacar que esta bacia apresenta diversos problemas, como por exemplo, as enchentes intensificadas pelo crescimento irregular da urbanização, causando diversos prejuízos nas áreas agrícolas e ribeirinhas.

A presença das grandes áreas agrícolas na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí traz benefícios à comunidade local com a venda dos produtos cultivados, mas ao mesmo tempo, por ocuparem grande parte das várzeas ao longo do rio e de seus afluentes, podem agravar problemas de poluição ambiental do Rio Vacacaí. Essa situação tende a propiciar a geração de conflitos de uso da água na Bacia (GASTALDINI & OPPA, 2011).

Figura 01 – Mapa da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí



Fonte: adaptado de Moraes, 2015.

## **3.2. ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE ÁGUA**

### **3.2.1. Coletas e Preservação das Amostras de Água**

Os procedimentos adotados para a realização das coletas e preservação das amostras seguiram as recomendações estabelecidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 1995). As amostras foram obtidas através de coletas simples, efetuadas uma vez por mês, durante o período de janeiro/2018 até novembro/2018, em três pontos definidos nas redondezas do Balneário Passo do Verde, efetuadas em dias nos quais não houve registro de precipitações em até 24 horas atrás.

### **3.2.2. Caracterização dos Pontos de Amostragem**

Os três pontos foram escolhidos de forma que fosse analisado o IQA-NSF do Rio Vacacaí antes (P3) e depois (P1) da água passar pelo Balneário Passo do Verde. Além disso, foi escolhido um ponto no afluente Sangrador (P2), tendo em vista que o mesmo recebe efluentes domésticos, de forma irregular, de casas estabelecidas no balneário e acaba carreando esta poluição ao Rio Vacacaí. Um fato que agrava ainda mais o problema ambiental citado é que o afluente Sangrador entra em contato com o Rio Vacacaí antes do ponto P1 e, com isso, o esgoto doméstico despejado passa pela Área de Banho. Outro fato a ser notado é que em alta temporada, aumenta a população do balneário e, conseqüentemente, a carga de esgoto despejado também aumenta.

As coletas foram realizadas próximo às margens, a uma profundidade de aproximadamente 30 cm, a partir da superfície do rio. Para isso, foi empregado um recipiente plástico previamente esterilizado com capacidade de 2 litros e outro de 100 mL, para cada ponto de coleta. Para o transporte das amostras, foi utilizado caixas térmicas de isopor com gelo. As amostras foram preservadas, quando necessário, em temperaturas próximas dos 4°C.

Os parâmetros foram avaliados respeitando-se a temperatura adequada para a preservação das amostras e o tempo limite para cada análise. Para a obtenção das coordenadas mostradas na Tabela 03, utilizou-se o software *Google Earth Pro versão 7.3*. É possível, também, observar os pontos citados na Figura 02.

**Tabela 03** – Coordenadas Geográficas em Graus Decimais dos pontos de coleta

PONTOS	DESCRIÇÃO	COORDENADAS UTM		ALTITUDE (m)
		LATITUDE (S)	LONGITUDE (O)	
P1	Trecho da área de banho	6685367.87	238628.63	49
P2	Trecho denominado de “Sangrador”	6685394.59	238185.09	50
P3	Trecho embaixo da ponte da BR-392	6684967.89	238286.05	45

**Figura 02** – Mapa dos Pontos de Coleta das Amostras

Fonte: autor, 2018.

**Figura 03** – Registros Fotográficos dos Pontos de Coleta das Amostras

Fonte: autor, 2017.

### 3.2.3. Análises *in situ* de Qualidade da Água

No momento da coleta, foram determinados *in situ* os seguintes parâmetros:

- I. Temperatura da Água
- II. Temperatura do Ar

**Tabela 04** - Variáveis de qualidade e metodologias analíticas aplicadas *in situ*

PARÂMETRO	MÉTODO
Temperatura da Água	Termometria
Temperatura do Ar	Termometria

### 3.2.4. Análises Laboratoriais de Qualidade da Água

Todas as amostras foram analisadas em menos de seis horas após as coletas, como forma de preservar a fidelidade de seus parâmetros de qualidade, e em duplicata. Os procedimentos adotados para a realização das análises das amostras

seguiram as recomendações estabelecidas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 1995).

Os indicadores analisados em laboratório para o cálculo do valor do IQA foram:

- I. Turbidez;
- II. Coliformes Termotolerantes;
- III. Oxigênio Dissolvido;
- IV. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5,20</sub>);
- V. Sólidos Totais;
- VI. Fosfato Total;
- VII. Nitrato Total;
- VIII. Potencial Hidrogeniônico;

Além dos descritos acima, foi avaliado também o seguinte parâmetro:

- I. Condutividade Elétrica

As amostras de água coletadas foram conduzidas ao Laboratório de Análises Clínicas Saretta, na cidade de Caçapava do Sul, para as análises de Coliformes Termotolerantes, ao Laboratório de Tratamento de Minérios para a análise da turbidez e ao Laboratório de Química da UNIPAMPA, campus Caçapava do Sul, para a realização das outras análises descritas na Tabela 05.

**Tabela 05** – Variáveis de qualidade e metodologias analíticas aplicadas em laboratório

<b>PARÂMETRO</b>	<b>MÉTODO</b>
Turbidez	Turbidímetro
Coliformes Termotolerantes	Membrana Filtrante
Oxigênio Dissolvido	Winckler
DBO <sub>5</sub>	Winckler
Sólidos Totais	Método Gravimétrico
Fosfato	Ácido Ascórbico
Nitrato	Ácido Clorídrico
Condutividade Elétrica	Condutivímetro
pH	pHmetro

### 3.2.5. Índice de Qualidade da Água

O indicador de qualidade da água utilizado nesta pesquisa foi o Índice de Qualidade da Água desenvolvido pela National Sanitation Foundation (NSF) (BROWN et al., 1970). O cálculo do IQA-NSF é realizado através do produtório ponderado dos nove parâmetros que o constituem, de acordo com a seguinte equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

(Equação 02)

onde:

$\prod$ : Símbolo do Produtório;

IQA: Índice de Qualidade das Águas, resultando em um número de 0 a 100;

$q_i$ : qualidade relativa do  $i$ -ésimo parâmetro;

$n$ : número de variáveis inclusas no cálculo do IQA.

$w_i$ : peso relativo ao  $i$ -ésimo parâmetro, variando de 0 a 1, atribuído em função de sua importância para a conformação global de qualidade. Devendo-se levar em consideração que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

(Equação 03)

Os pesos dos parâmetros constituintes do IQA-NSF variam de 0,08 a 0,17, podendo ser vistos na Tabela 06.

**Tabela 06** – Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos

<b>PARÂMETRO</b>	<b>PESO</b>
Oxigênio Dissolvido	w = 0,17
Coliformes Termotolerantes	w = 0,15
Potencial Hidrogeniônico (pH)	w = 0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> )	w = 0,10
Temperatura	w = 0,10
Nitrato	w = 0,10
Fosfato	w = 0,10
Turbidez	w = 0,08
Sólido Total	w = 0,08

Fonte: IMAP, 2003.

Os valores do IQA-NSF são classificados em faixas, como observado na Tabela 07.

**Tabela 07** – Classificação do IQA

<b>CATEGORIA</b>	<b>PONDERAÇÃO</b>
Excelente	91 – 100
Bom	71 – 90
Médio	51 – 70
Ruim	26 – 50
Muito Ruim	0 – 25

Fonte: Von Sperling, 2014.

### 3.3. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL EM APPs

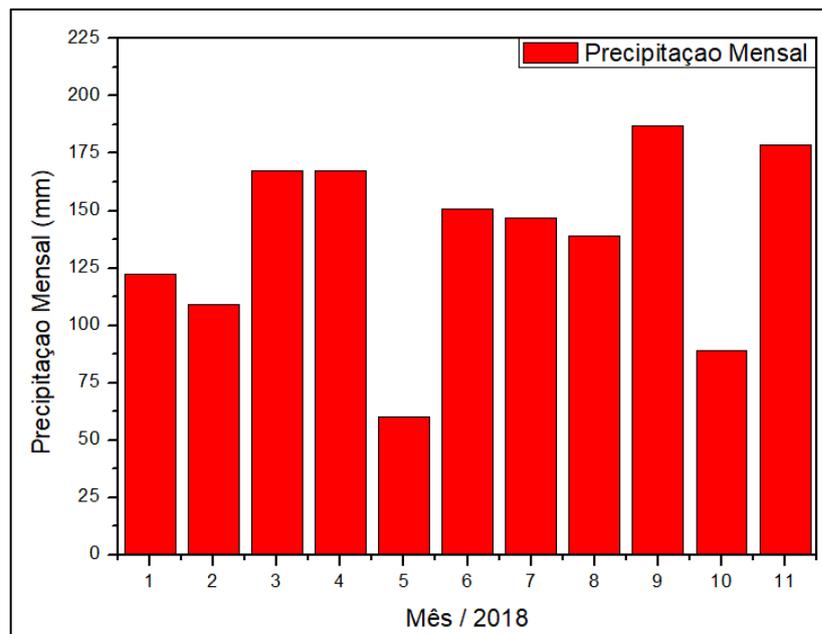
Para a análise da situação real das matas ciliares, em volta do Rio Vacacaí e seus afluentes, na região do Balneário Passo do Verde, foram realizados mapeamentos da região com auxílio do software *Google Earth Pro versão 7.3* e *QGIS versão 2.18*, além de cartas topográficas do exército em formato .kml. Após, foi realizado inventário florestal de uma parcela 10 m x 10 m, a fim de caracterizar e estimar a vegetação da região, com auxílio do software *Forest Files*, relacionando, em seguida, com o Novo Código Florestal (Lei 12.651 de 2012).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção constitui-se da apresentação dos dados obtidos através dos procedimentos estabelecidos e descritos anteriormente, além da interpretação dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras de água e, ainda, da avaliação situacional das Áreas de Preservação da região do Balneário Passo do Verde. O monitoramento ambiental da água do Rio Vacacaí e de seu afluente denominado Sangrador foi realizado durante o período de Janeiro a Novembro de 2018, gerando como resultado o Índice de Qualidade da Água das amostras coletadas nesse período.

Os dados das precipitações diárias do município, ao qual a área de estudo pertence, são apresentados em milímetros na Figura 04. Os valores mensais das precipitações e os dias de coleta de amostras de água e de indivíduos arbóreos podem ser observados na Tabela 08.

**Figura 04** – Valores mensais de precipitações na área objeto de estudo no período de janeiro a novembro de 2018.



Fonte: INMET, 2018.

**Tabela 08** – Dados de precipitação diários (mm) de Santa Maria - RS, retirados da Estação 83.936, ocorridos nos meses de janeiro a novembro de 2018 e os dias de coletas de água.

DIA/MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
01			21,9	22,5	0,4	8,5	0,1		16,8	32,2	1,0
02	6,2			11,2		15,1			12,6	6,4	
03					4,1		16,2		5,6		15,0
04				3,1	5,2			0,4			0,2
05							1,5				
06	1,0						0,5	0,2			
07	0,4						0,2	0,2			
08							0,3	 4,6*			
09		2,6					2,9	3,2		12,0	
10		46,9			2,7		0,5				
11					12,4	0,7					
12		3,7			1,7	19,8	0,1	0,2		12,0	
13				8,9		0,7		0,2		12,2	9,4
14	10,3			2,3					3,8		11,6
15	11,5		59,2	0,1	1,0				8,6		
16	0,5						5,0		0,8		
17							29,5		3,8		26,8
18	8,1				4,6		28,5		2,2		11,8
19	1,6		9,2		23,8			9,4			
20		4,0	11,9		4			7,0	1,2		
21	7,7	49,8		18,2			16,2	1,0			
22	21,3	1,9		100,4				6,6			
23	7,9						0,5	0,2	36,8		44,4
24	3,7					27,7		38,2	46,0		55,8
25			64,8			3,6	17,8		6,6		
26						3,5	20,8				
27							0,5			2,0	0,6
28	41,8					1,5					1,6
29	0,2	-				37,2	5,9	2,2			0,2
30		-		0,9		32,3		8,0	42,4		
31		-	0,6	-		-		57,2	-	12,4	-
<b>Total (mm)</b>	122,2	108,9	167,6	167,6	59,9	150,6	147,0	138,8	187,2	89,2	178,4

: Datas das coletas de amostras de água para análises;

: Data da coleta de amostras de indivíduos arbóreos para posterior identificação;

\* A coleta foi realizada antes de ocorrer precipitações na área.

Fonte: adaptado de INMET, 2018.

A precipitação média mensal registrada, até o mês de novembro, foi de 137,95 mm. O mês com maior estiagem foi o mês de maio, com apenas 59,9 mm de precipitação. O mês com maior precipitação foi o mês de setembro, com 187,2 mm, sendo o mês no qual aconteceu a cheia do Rio Vacacaí. Os dados pluviométricos

diários acumulados, no período de janeiro a novembro, totalizaram uma precipitação de 1.517,40 mm, valor dentro da média anual da região (1500 - 1600 mm/ano), de acordo com o INMET.

#### **4.1. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Para fins de análise dos resultados referentes aos indicadores de qualidade da água, o Rio Vacacaí e seus afluentes foram enquadrados como Classe 2, segundo a Resolução do CONAMA nº 357 de 2005. É observado na Tabela 09 e nas Figuras 05 e 06, os resultados obtidos das análises laboratoriais, realizadas em duplicata para cada indicador.

A aplicação do Índice de Qualidade da Água foi efetivada por meio de um software livre, chamado de *Bas/QA*, produzido pelo Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Não foram feitas coletas nos meses de maio e setembro, devido a greve dos caminhoneiros e a cheia do Rio Vacacaí, respectivamente. Sendo assim, nos meses citados, foram usados as médias dos resultados encontrados dos outros meses, para efeitos de cálculo.

##### **4.1.1. Interpretação dos resultados das análises de amostras de água**

Os valores dos indicadores de qualidade das águas foram determinados através de coletas simples realizadas nas margens do Rio Vacacaí, nas adjacências do Balneário Passo do Verde, e nas margens do afluente Sangrador, na área do balneário; e posteriores análises laboratoriais, no Laboratório de Química e no Laboratório de Tratamento de Minérios da Universidade Federal do Pampa, assim como em uma clínica privada de análises clínicas.

Os resultados demonstrados nas Figuras 05 e 06 e na Tabela 09 foram obtidos após a consistência dos resultados analíticos, devido a erros ou faltas nos procedimentos analíticos realizados, principalmente nas variáveis de qualidade: Fosfato, Nitrato, Oxigênio Dissolvido e DBO. Alguns valores foram desconsiderados e substituídos por valores médios dos dados consistidos.

O Anexo A apresenta os resultados “brutos” das análises químicas, enquanto que no Anexo B são apresentados os resultados consistidos. Os demais valores foram considerados como a média dos resultados disponíveis.

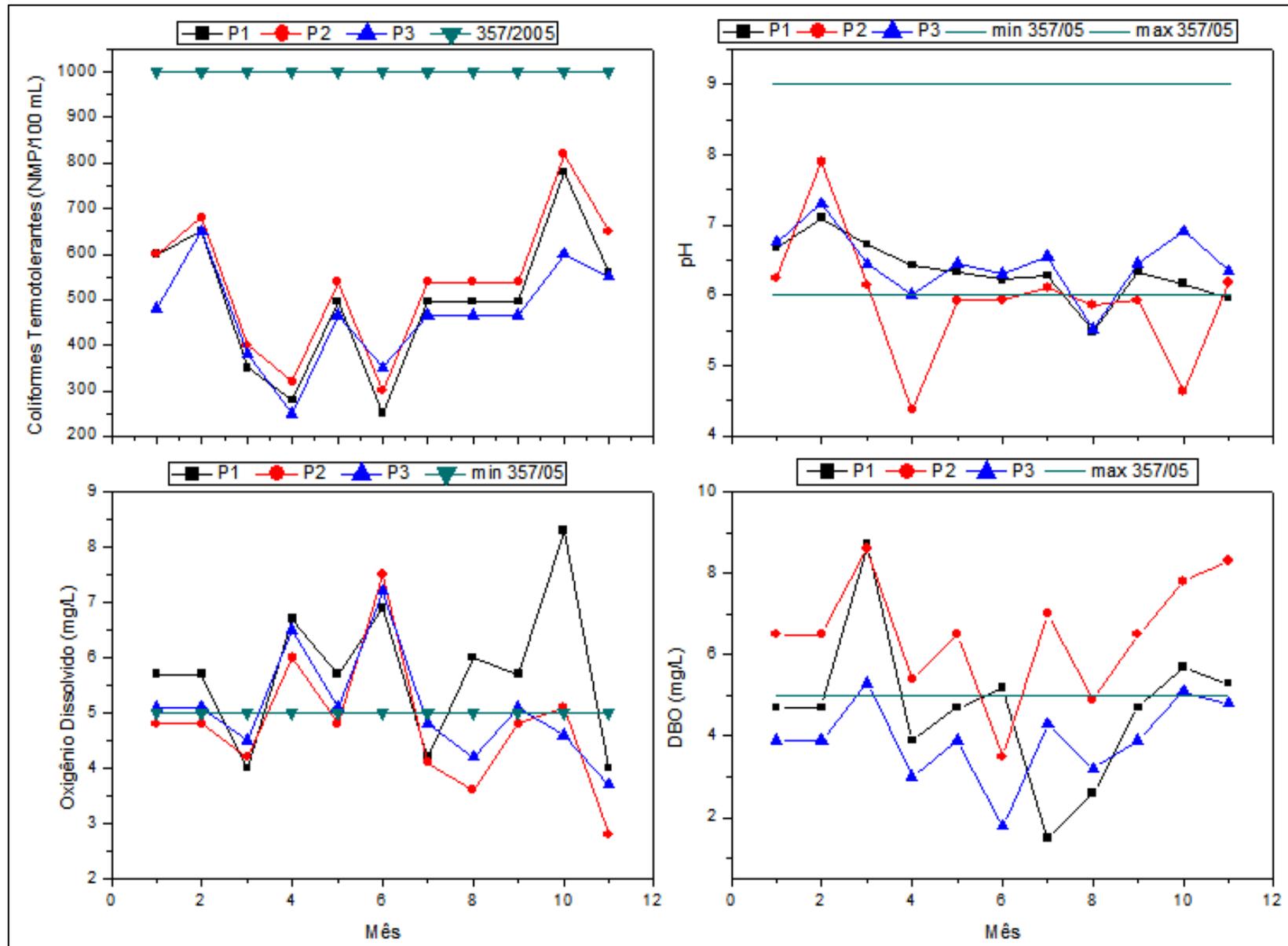
**Tabela 09** – Valores encontrados de cada parâmetro analisado nos Pontos P1, P2 e P3.

Variáveis	Unidade	Ponto P1	Ponto P2	Ponto P3
		Valores Médios		
Temp. do ar	°C	21,4	21,7	21,8
Temp. da água	°C	19,9	19,9	19,1
Turbidez	UNT	19,91	39,32	15,10
pH	-	6,34	5,93	6,46
Condutividade Elétrica	µS/cm	91,0	110,6	75,7
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5,7	4,8	5,1
DBO	mg/L	4,7	6,5	3,9
Fosfato	mg/L	0,601	0,640	0,574
Nitrato	mg/L	6,522	8,601	6,343
Sólidos Totais	mg/L	60,0	64,6	47,8
Coliformes Termot.	NMP/100 mL	496	539	466

Fonte: autor, 2018.

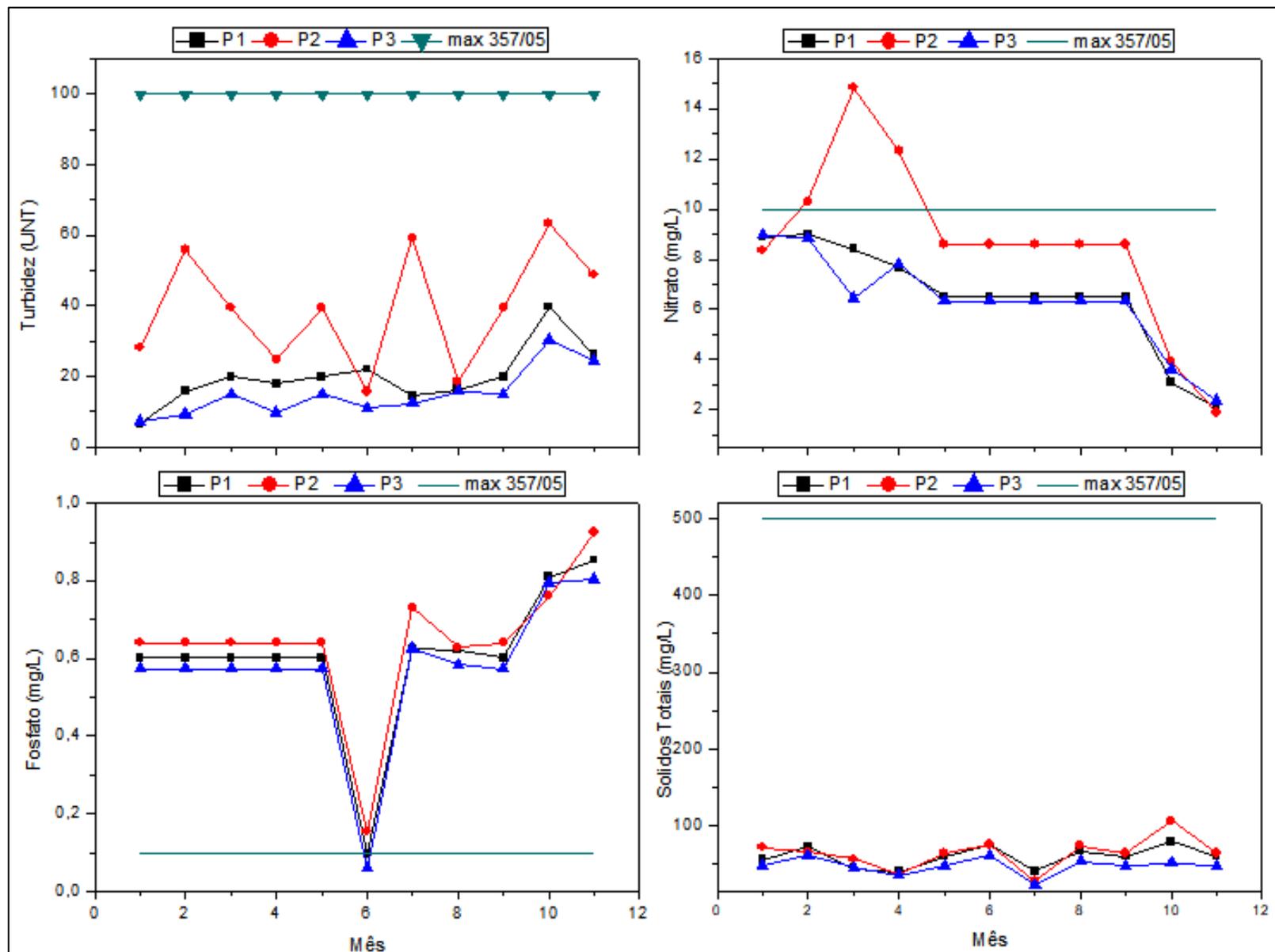
Para viabilização da comparação dos resultados das análises com a Resolução CONAMA n° 357/2005, o Rio Vacacaí e seus afluentes foram enquadrados como corpos hídricos naturais de água doce, Classe 2. Na Tabela 09, é evidenciado que os valores médios dos parâmetros de qualidade: pH (P2), OD (P2), DBO (P2) e Fosfato (P1, P2 e P3) estão fora dos padrões estabelecidos pela resolução supracitada. Faz-se necessário uma pesquisa mais aprofundada quanto aos resultados de fosfato apresentados, a fim de entender se tais valores são relacionados às características geológicas do sistema natural ou provenientes de fontes antrópicas.

**Figura 05** – Gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, pH, Oxigênio Dissolvido e DBO, respectivamente.



Fonte: autor, 2018.

Figura 06 – Gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Turbidez, Nitrato, Fosfato e Sólidos Totais, respectivamente.



Fonte: autor, 2018.

A Figura 05 apresenta os gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Coliformes Termotolerantes, pH, Oxigênio Dissolvido e DBO, respectivamente. Os pontos P1, P2 e P3 apresentaram 100% dos valores de Coliformes Termotolerantes dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, durante todo o período de amostragem. O maior valor de Coliformes Termotolerantes apresentado foi no mês de Outubro, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado nos meses de Abril, no ponto P3, e Junho, no ponto P1.

O ponto P1 apresentou os resultados obtidos do pH, nos meses de Agosto e Novembro, abaixo do estabelecido na legislação. O ponto P2 apresentou os valores de pH referentes aos meses de Abril, Maio, Junho, Agosto, Setembro e Outubro abaixo do estabelecido na resolução, seguida no presente trabalho. Já o ponto P3, teve também o resultado do mês de Agosto abaixo do estabelecido em lei. O maior valor de pH apresentado foi no mês de Fevereiro, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Abril, no ponto P2.

Analisando os gráficos de Oxigênio Dissolvido, percebe-se que o ponto P1 teve como resultados abaixo da Resolução 357 de 2005, os meses de Março, Julho e Novembro, enquanto que o ponto P2 apresentou os meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Maio, Julho, Agosto, Setembro e Novembro abaixo do permitido na legislação. Ainda, o ponto P3 teve os meses de Março, Julho, Agosto, Outubro e Novembro com Oxigênio Dissolvido abaixo do recomendado. O maior valor apresentado de Oxigênio Dissolvido foi no mês de Outubro, no ponto P1, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Novembro, no ponto P2.

A DBO do ponto P1 esteve acima do permitido nos meses de Março, Junho, Outubro e Novembro, enquanto que no ponto P2, os resultados estiveram acima do permitido nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Julho, Setembro, Outubro e Novembro. A DBO do ponto P3 esteve acima do permitido nos meses de Março e Outubro de 2018. O maior valor apresentado de DBO foi no mês de Março, no ponto P1, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Julho, também no ponto P1.

A Figura 06 apresenta os gráficos dos resultados obtidos dos parâmetros Turbidez, Nitrato, Fosfato e Sólidos Totais, respectivamente. Os resultados de Turbidez de 100% das amostras dos três pontos estiveram dentro dos parâmetros da

legislação vigente, utilizada no presente trabalho. O maior valor apresentado de Turbidez foi no mês de Outubro, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Janeiro, no ponto P1.

Os valores obtidos de nitrato estiveram dentro dos parâmetros da resolução em 100% das amostras do ponto P1. No ponto P2, as amostras dos meses de Fevereiro, Março e Abril estiveram acima dos parâmetros estabelecidos. O ponto P3 também apresentou 100% das amostras dentro dos parâmetros estabelecidos para nitrato. O maior valor apresentado de Nitrato foi no mês de Março, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Novembro, também no ponto P2.

Os resultados de fosfato estiveram dentro das normas exigidas pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005 apenas no mês de Junho, nos pontos P1 e P3. Todas as outras amostras, dos três pontos, apresentaram concentrações de fosfato acima do permitido pela legislação. Este é um dado que merece atenção e novos estudos mais aprofundados, pois o fosfato é um parâmetro que depende da litologia local, o que não foi estudado no presente trabalho. Sendo assim, os resultados apresentados podem ter origem natural ou artificial. O maior valor apresentado de Fosfato foi no mês de Novembro, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Junho, no ponto P3.

Por fim, 100% dos resultados obtidos para os três pontos, P1, P2 e P3, estavam dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. O maior valor apresentado de Sólidos Totais foi no mês de Outubro, no ponto P2, enquanto que o menor valor de ST foi apresentado no mês de Julho, no ponto P3. O maior valor apresentado de ST foi no mês de Outubro, no ponto P2, enquanto que o menor foi apresentado no mês de Julho, no ponto P3.

A urbanização descontrolada e ocupação do solo de forma ambientalmente incorreta, na área objeto deste estudo, são fatores que comprometem a qualidade da água, devido principalmente à falta de sistemas de esgoto sanitário adequados e proximidade de lavouras de cultivo de arroz presentes na região. As Figuras 07 e 08 evidenciam a urbanização descontrolada e a conseqüente degradação do ambiente nas proximidades dos pontos de coleta.

**Figura 07** – Urbanização descontrolada na Área do Balneário Passo do Verde.



Fonte: autor, 2018.

**Figura 08** – Consequências da urbanização descontrolada na Área objeto do estudo.



Fonte: autor, 2018.

#### 4.1.2. Índice de Qualidade da Água dos Pontos P1, P2 e P3

Os resultados dos cálculos do Índice de Qualidade da Água de cada ponto podem ser observados na Figura 09 e na Tabela 10. Dos 11 meses, os quais fizeram parte do período de amostragem, o ponto P1 apresentou IQA classificado como Ruim em 02 meses (Março e Novembro) e Médio nos outros 09 meses. O Ponto P2 apresentou IQA classificado como Médio em 02 meses (Janeiro e Junho) e Ruim no restante dos meses. Já o ponto P3 teve o seu IQA classificado como Ruim em apenas 01 mês (Novembro) e Médio nos outros 10 meses de 2018.

O ponto P1 apresentou IQA médio de 55,02, classificado como médio, assim como o ponto P3 que teve o seu IQA médio de 54,74, classificado também como Médio. Enquanto isso, o ponto P2 apresentou o pior IQA entre os pontos amostrados, de 47,56, classificado como Ruim. O maior valor de IQA obtido foi de 66,38, no mês de Junho, no ponto P3. O pior valor de IQA foi de 39,84, no mês de Abril, no ponto P2.

O ponto P1 apresentou IQA melhor que o ponto P3 em 07 dos 11 meses, nos quais o presente trabalho esteve em vigor. Tal fenômeno pode ser explicado pelo efeito da autodepuração do corpo hídrico natural. No processo de autodepuração, há um balanço entre as fontes de consumo e de produção de oxigênio (VON SPERLING, 1996).

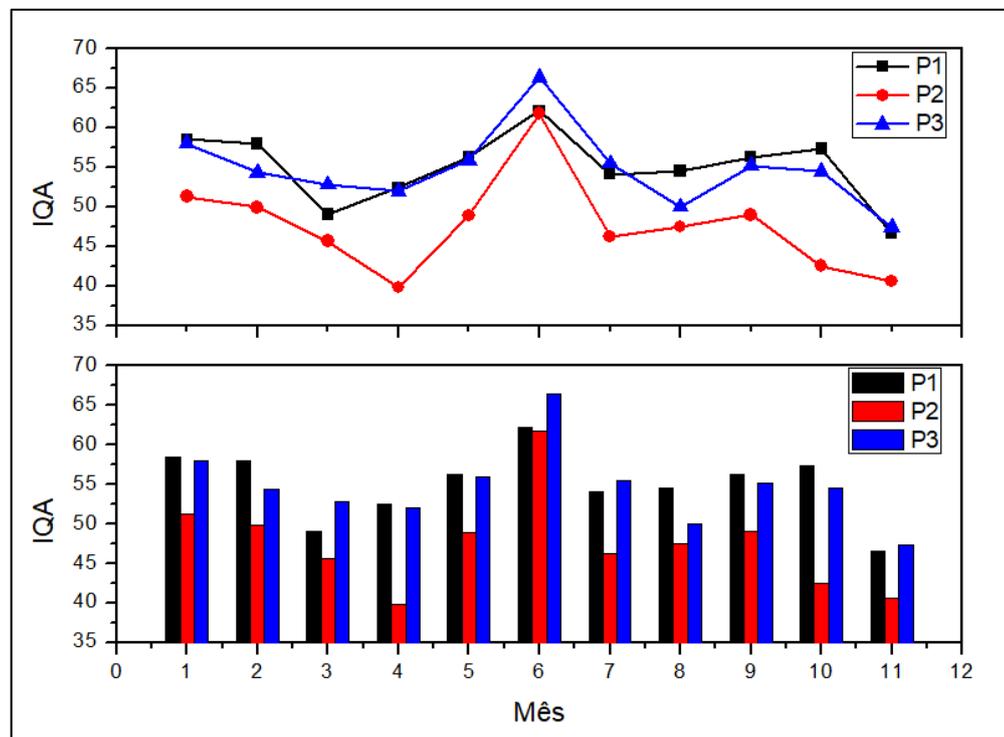
Além disso, os resultados de qualidade da água revelaram uma tendência na qual os meses em que há pouca poluição na água dos três pontos, são os meses mais frios ou mais chuvosos. As condições supracitadas acarretam uma diminuição de banhistas no Balneário, diminuindo também o esgoto doméstico gerado e lançado de forma incorreta.

Os resultados demonstrados são de grande importância para o monitoramento ambiental do Rio Vacacaí e de seus afluentes, pois possibilita a classificação da água analisada, através do Índice de Qualidade das mesmas. Com isso, é possível a comparação da qualidade entre as diferentes épocas do ano e, conseqüentemente, o melhor entendimento das conseqüências das atividades antrópicas sobre os recursos naturais, especialmente os recursos hídricos.

**Tabela 10** – Valores encontrados do IQA dos Pontos 1, 2 e 3 e a sua classificação.

Data de Coleta	Ponto P1		Ponto P2		Ponto P3	
	IQA	Classificação	IQA	Classificação	IQA	Classificação
<b>11.01.18</b>	58,50	Médio	51,32	Médio	58,03	Médio
<b>06.02.18</b>	57,96	Médio	49,91	Ruim	54,35	Médio
<b>12.03.18</b>	49,04	Ruim	45,68	Ruim	52,84	Médio
<b>17.04.18</b>	52,45	Médio	39,84	Ruim	52,02	Médio
-	56,28	Médio	48,91	Ruim	55,92	Médio
<b>21.06.18</b>	62,13	Médio	61,77	Médio	66,38	Médio
<b>13.07.18</b>	54,10	Médio	46,26	Ruim	55,48	Médio
<b>08.08.18</b>	54,51	Médio	47,50	Ruim	50,02	Médio
-	56,30	Médio	49,01	Ruim	55,21	Médio
<b>11.10.18</b>	57,34	Médio	42,54	Ruim	54,49	Médio
<b>09.11.18</b>	46,59	Ruim	40,61	Ruim	47,40	Ruim
<b>Média</b>	<b>55,02</b>	<b>Médio</b>	<b>47,56</b>	<b>Ruim</b>	<b>54,74</b>	<b>Médio</b>

Fonte: autor, 2018.

**Figura 09** – Gráfico dos valores de IQA encontrados para os três pontos durante o período de amostragem.

Fonte: autor, 2018.

## 4.2. AVALIAÇÃO SITUACIONAL DAS APPs

### 4.2.1. Inventário Florestal e Levantamento Dendrométrico

Na área pertencente ao Balneário Passo do Verde foi realizada uma parcela amostral de 10m x 10m em local escolhido por possuir características naturais mais bem preservadas e pelo acesso facilitado, a fim de alcançar a identificação dos indivíduos arbóreos nativos presentes. A área da parcela localiza-se a uma distância de 102 metros do Rio Vacacaí e 208 metros do afluente denominado de Sangrador, nas coordenadas geográficas Lat. 6685372.95 m S Long. 238472.11 m O, com altitude de 51 metros, como observado na Figura 10.

**Figura 10** – Mapa de localização da Parcela Amostral do Inventário Florestal no Balneário Passo do Verde.



Fonte: autor, 2018.

A amostragem das espécies arbóreas foi realizada no interior da referida parcela em outubro de 2018, e seus resultados podem ser observados na Tabela 11. Todos os materiais coletados, assim como os registros fotográficos, foram disponibilizados ao Engenheiro Florestal, Mestre em Manejo Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, Luiz Alberto Carvalho Junior, para identificação das espécies nativas.

Foram amostrados apenas os indivíduos arbóreos vivos. O valor da altura correspondeu à distância do solo até o ponto mais alto alcançado pela árvore, tendo sido estimada visualmente. Já o Diâmetro à Altura do Peito (DAP) foi medido através de trena manual, como visto na Figura 11, fazendo uso do software *Forest Files* que converteu os valores de DAP para CAP.

**Figura 11** - Inventário Florestal e Levantamento Dendrométrico no Balneário Passo do Verde.



Fonte: autor, 2018.

Os indivíduos arbóreos levantados no Inventário Florestal, seus nomes científicos e famílias, assim como os dados de alturas, DAP e CAP estão descritos na Tabela 11, a seguir.

**Tabela 11** – Dados do Levantamento Florestal de Indivíduos Arbóreos pertencentes ao Balneário Passo do Verde.

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA	DAP	CAP	ALTURA
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	10	31,4	7,0
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	6	18,8	8,0
Vassoura	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	6	18,8	6,0
ND	ND	ND	12	37,7	12,0
ND	ND	ND	8	25,1	9,5
Cangerana	<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	18	56,5	11,0
Ingá Banana	<i>Inga uruguensis</i>	Fabaceae	16	50,3	6,0
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	7	22,0	8,5
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	5	15,7	6,5
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	9	28,3	11,5
ND	ND	ND	11	34,6	12,5
ND	ND	ND	5	15,7	8,0
Vassoura	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	10	31,4	7,0
Cangerana	<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	20	62,8	13,5
ND	ND	ND	16	50,3	12,5
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	6	18,8	8,5
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	8	25,1	5,0
Rabo de Bugio	<i>Dalbergia frutescens</i>	Fabaceae	6	18,8	7,5
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	5	15,7	5,5
Cangerana	<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	21	66,0	12,0
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	7	22,0	5,0
Capororoca	<i>Myrsine umbellata</i>	Primulaceae	5	15,7	5,0
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	Myrtaceae	6	18,8	5,0
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	6	18,8	7,0
ND	ND	ND	10	31,4	10,0
Branquilha	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae	8	25,1	9,5
<b>Média</b>	-	-	<b>9,5</b>	<b>29,84</b>	<b>8,4</b>

ND: Não Definido.

Fonte: autor, 2018.

Foram amostradas e identificadas 26 árvores, nas quais o DAP médio encontrado foi de 9,5 cm, enquanto que o CAP médio foi de 29,84 cm e a altura média foi de aproximadamente 8,4 metros. Sendo assim, através da extrapolação dos dados obtidos no Inventário Florestal para as Áreas de Preservação Permanente, tendo como base a Resolução nº 28 de 1994 do CONAMA, é possível considerar que as APPs na região do Balneário Passo do Verde possuem estágio médio de regeneração florestal.

#### **4.2.2. Mapeamento**

O mapeamento das adjacências do Rio Vacacaí e seus afluentes, antes de passar pelo balneário teve por objetivo identificar os possíveis pontos de vulnerabilidade à poluição das águas e, com isso, compreender os valores obtidos de IQA. Para o mesmo fim, as edificações presentes na região também foram identificadas e localizadas nos mapas.

Levando-se em conta o sentido do Rio Vacacaí, foi mapeada uma região de aproximadamente 1.500 metros antes do rio passar pelo Balneário e 350 metros após passar pela área analisada. Ou seja, foi mapeada uma área de cerca de 3.800.000 metros quadrados na região do Balneário Passo do Verde e das vilas circundantes (como mostrado na Figura 12), com o objetivo de evidenciar o uso do solo, o grau de urbanização, o avanço das atividades antrópicas e a real situação das Áreas de Preservação Permanente da região.

Tendo em vista que a área objeto de estudo faz parte do Bioma Mata Atlântica, fica disposto na Lei nº 11.428 de 2006 que a ocupação ou supressão da vegetação nativa, em estágio médio de regeneração, é proibida quando exercer a função de proteção de mananciais ou de prevenção e controle de erosão. Com isso, foi estimado que aproximadamente 154.292 m<sup>2</sup>, ou seja, 15,43 ha de Áreas de Preservação Permanente estão ocupadas ou danificadas por atividades de agricultura ou urbanização irregular, acarretando em maior vulnerabilidade à contaminação das águas do Rio Vacacaí e de seus afluentes.

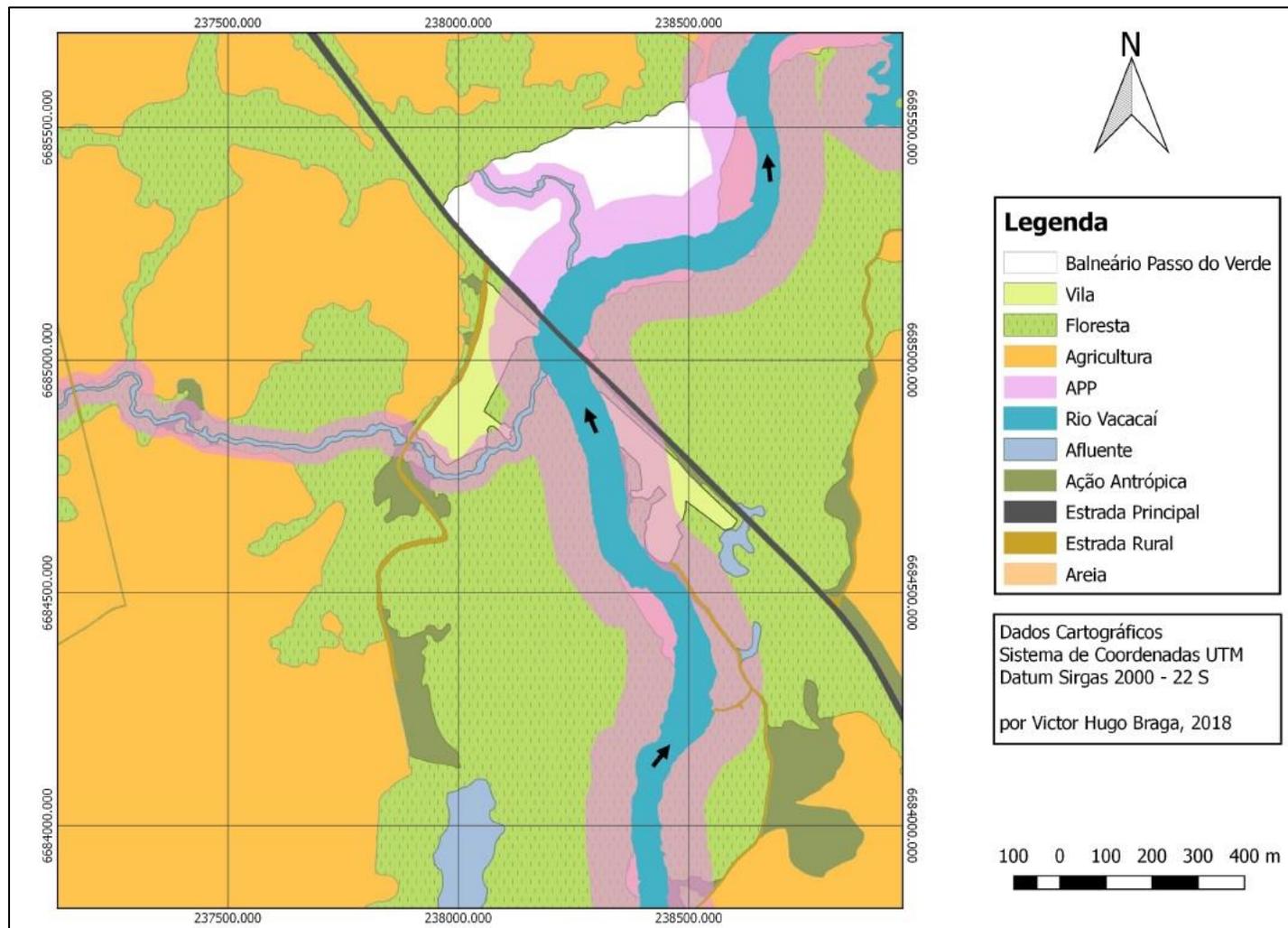
Foi observado que em algumas localidades, a cobertura vegetal das APPs nas adjacências do Rio Vacacaí e de seus afluentes não se faz mais presente (Figuras 12,

13 e 14). A inexistência de APPs agrava problemas ambientais relacionados à exposição das águas a pesticidas utilizados em culturas de arroz e soja, assim como pode acarretar perturbações ao ecossistema aquático por lançamentos clandestinos de esgoto doméstico, diretamente nos corpos hídricos naturais da região.

Através do referido mapeamento, ilustrado na Figura 13, foi possível constatar que o Balneário Passo do verde possui uma área de aproximadamente 159.500 m<sup>2</sup>, contando com 152 edificações, as quais 59 encontram-se em zonas de APPs, ou seja, 38,8% dos domicílios não poderiam ter sido construídos nos locais onde estão situados.

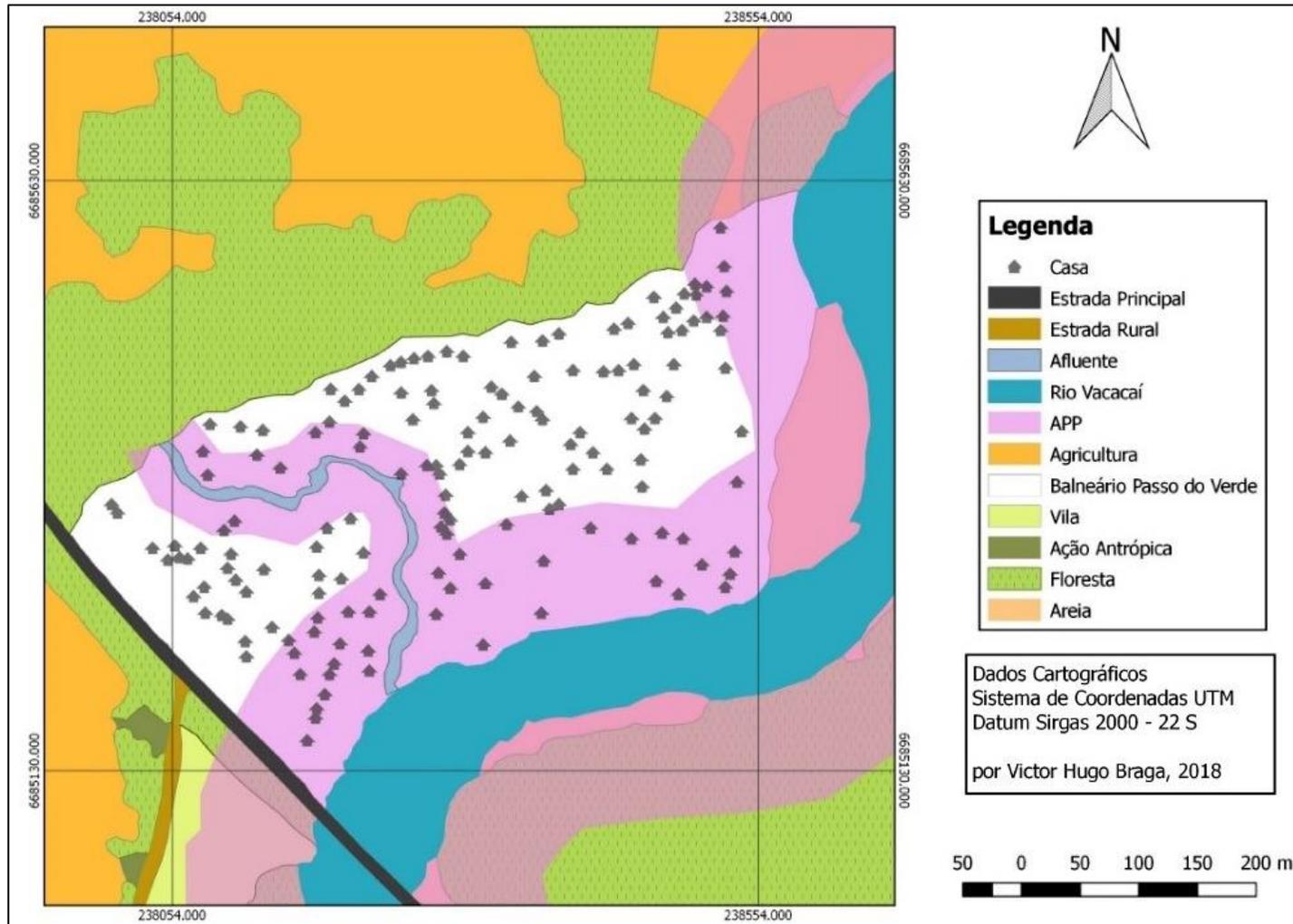
Enquanto isso, é observado na Figura 14 o mapeamento referente às vilas circundantes ao balneário, uma denominada “Vila Verde” e a outra sem denominação. Somadas, as vilas possuem área total de aproximadamente 67.240 m<sup>2</sup>, contando com 109 edificações consolidadas, as quais 50 encontram-se em zonas de APPs, ou seja, 45,9% dos domicílios não poderiam ter sido construídos nessa área.

**Figura 12** – Mapa Situacional do Uso do Solo e localização das APPs na região do Balneário Passo do Verde.



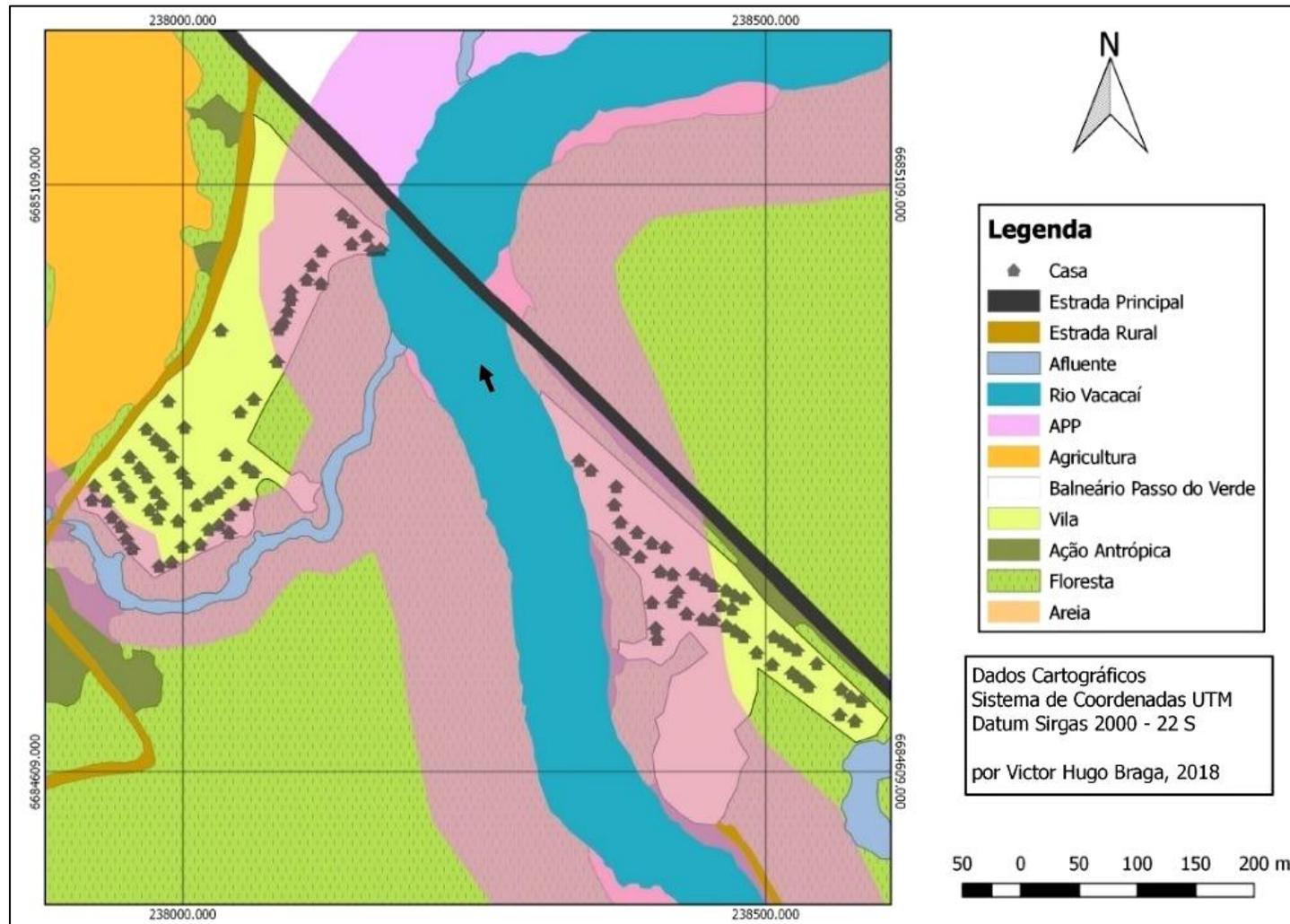
Fonte: autor, 2018.

**Figura 13** – Mapa Situacional da urbanização e localização das APPs na região do Balneário Passo do Verde.



Fonte: autor, 2018.

**Figura 14** – Mapa Situacional da urbanização e localização das APPs nas adjacências das duas Vilas da região.



Fonte: autor, 2018.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A análise da qualidade da água dos corpos hídricos estudados permitiu que fosse evidenciado o grau de poluição, proveniente das atividades antrópicas, desenvolvidas na região do Balneário Passo do Verde. As principais atividades antrópicas observadas foram a urbanização desenfreada, a extração de areia e o avanço da agricultura sobre as Áreas de Preservação Permanente.

Esta poluição pode ser vista, de forma clara, no ponto P2 (afluente Sangrador), o qual apresentou o pior Índice de Qualidade de Água, devido a carga de esgoto doméstico bruto, lançada de forma ambientalmente incorreta, a qual é notada pelo mau cheiro, principalmente nos meses mais quentes do ano.

O ponto P1 (área de banho) apresentou a melhor média anual do IQA, mostrando que, na maioria dos meses do ano, a carga de esgoto lançada no afluente Sangrador não é suficiente para decair os níveis de qualidade da água do Rio Vacacaí, a ponto de prejudicar a balneabilidade do Ponto P1. A balneabilidade seria afetada, caso os Coliformes Termotolerantes ultrapasassem 1000 NMP/100mL, conforme a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000.

O resultado da análise do IQA do ponto P3 evidenciou que antes da água do Rio Vacacaí chegar no Balneário Passo do Verde, esta já sofreu degradação de sua qualidade, devido a despejos irregulares de esgoto sanitário e, possivelmente, pelo avanço desenfreado da agricultura sobre as APPs da região, tendo em vista que a destruição da mata ciliar intensifica os riscos de contaminação da água por pesticidas.

O mapeamento da área objeto de estudo foi fundamental para orientar as vistorias no local e, ainda, revelou as atividades antrópicas e os danos ambientais realizados nas APPs, deixando claro os pontos nos quais o Rio Vacacaí e seus afluentes podem estar mais sujeitos à contaminação.

As vistorias *in loco* revelaram que o lançamento irregular de esgoto doméstico bruto e a degradação das Áreas de Preservação Permanente não são os únicos problemas ambientais presentes na região do Balneário Passo do Verde. A disposição ambientalmente inadequada de Resíduos Sólidos mostrou-se outro problema grave,

haja vista que atrai vetores como o mosquito *Aedes Aegypti*, ratos e outros animais indesejados, além de trazer riscos à saúde pública dos moradores e frequentadores.

Por fim, recomenda-se que sejam adotadas medidas mitigadoras e compensatórias em breve, tendo como objetivo evitar que as atividades de recreação realizadas no Balneário Passo do Verde acarretem riscos à saúde dos moradores e visitantes. Ainda, considerando a agricultura desenvolvida na região, ressalta-se a importância de novos estudos acerca do grau de vulnerabilidade à contaminação dos corpos hídricos por pesticidas, com o intuito de melhorar a gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí.

## 6. REFERÊNCIAS

ALCALÁ, Melina; FRANCESCHI, Nathália Cristina Soares; STRANGHETTI, Valéria. Florística de trechos de matas ciliares do ribeirão Borá e ribeirão Cubatão, Potirendaba–SP. Floristic of stretches of gallery forest of ribeirão Bora and ribeirão Cubatão, Potirendaba–SP. **Revista do Instituto Florestal**, v. 18, n. 1, p. 79-93, 2006.

APHA, AWWA. WPCF, Standard methods for the examination of water and wastewater. **American Public Health Association**, Washington, DC, 1995.

ARAÚJO, A. Avaliação quali quantitativa das demandas e disponibilidades de água na bacia hidrográfica do rio vacacaí, GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SOPSH/DRHS/FRHRS/CRH/RS. 1998.

BOUCINHAS, J. F. da C. Caracterização da Bacia do Alto Tietê e sua Situação quanto ao Saneamento Básico. In: TAU-K-TORNISIELO, S. M. et al. (Org.) **Análise Ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T. A. Queiroz, Fundação Salim Farah Maluf, 1995. p. 145-150.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ª edição. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

BRANCO, Samuel Murgel; DE SANEAMENTO AMBIENTAL, Companhia de Tecnologia. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. In: **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária**. Cetesb, 1986.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 de maio de 2017.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre proteção da vegetação nativa e dá outras providências**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Ministério do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 10 de novembro de 2018.

BRASIL, Resolução CONAMA 420 de 28 de Dezembro de 2009. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**, v. 420, 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

BRASIL, Resolução CONAMA 28 de 07 de Dezembro de 1994. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**, v. 28, 1994. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res2894.html>>. Acesso em 14 de novembro de 2018.

BRASIL, Resolução CONAMA 274 de 29 de Novembro de 2000. **Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA**, v. 274, 2000. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em 14 de novembro de 2018.

BROWN, Robert M. et al. **“A Water Quality Index- Do We Dare?”**. Water and Sewage Works. p. 339-343. October. 1970.

CHAPRA, S. C. **Surface Water quality modeling**. WCB/McGraw-Hill. 844 p. 1997.

COSTA, D. A. F.; TEIXEIRA, H.C. D. Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, 2004.

DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. **Simpósio sobre mata ciliar**, v. 1, p. 88-98, 1989.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA (Santa Catarina). Universidade do Estado de Santa Catarina (Org.). **Baslqa**. UDESC. Disponível em: <<http://bsi.ceavi.udesc.br:8080/basiqa/>> . Acesso em: 15 novembro de 2018.

ESTEVES, K. E; SANT'ANNA, C. L. **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo**. RiMa, 2006.

GASTALDINI, M. do C. C.; OPPA, L. F. Análise de alternativas de enquadramento do rio Vacacaí Mirim utilizando modelo matemático de qualidade da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 1, p. 17-27, 2011.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. Recursos hídricos e saúde pública. **Revista de Direito Sanitário**, v. 3, n. 1, p. 79-93, 2002.

HOPPE, A. E. Diagnóstico dos resíduos de serviços de saúde no interior do Rio Grande do Sul. **Artigo técnico apresentado a Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, p. 146-151, 2005.

IAWQ. Activated sludge model No. 2. **IAWQ Scientific and Technical Reports**, 1995.

IDE, C. N. et al. IQAs para mato grosso do Sul: quais refletem a situação real?. In: **Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 27. ABES, 2000. p. 1-11.

INMET, In. Instituto nacional de meteorologia. Dados da Estação Pluviométrica de Santa Maria-RS. 2018.

KAGEYAMA, P. Y. Estudo para implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando a utilização para abastecimento público. **Piracicaba: Universidade de São Paulo**, 1986.

LECLERC, H. D. A. A. et al. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. **Annual Reviews in Microbiology**, v. 55, n. 1, p. 201-234, 2001.

LEITE, E. C. et al. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de mata ciliar, em Rio Claro/SP, como subsídio à recuperação da área. **Revista do Instituto Florestal**, v. 16, n. 1, p. 31-41, 2004.

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. **Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência**. Grupo Gen-LTC, 2009.

LIMA, W. P. Função hidrológica da mata ciliar. **Simpósio sobre mata ciliar**, v. 1, p. 25-42, 1989.

LIMA W. P. & ZAKIA, M. J. B. Hidrobiologia de matas ciliares. **Matas ciliares conservação e recuperação**. Edusp, 2001.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. 143p.

MATO GROSSO DO SUL. IMAP - Instituto de Meio Ambiente Pantanal. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai, MS, 2003**. Campo Grande, MS, 2005. 127p. Disponível em: <<http://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/relatorios/2003/>>. Acesso em: 30 de maio de 2017.

MATTOS, A. R; VON SPERLING, E. Índice de qualidade de águas para a bacia do Rio das Velhas-aspectos metodológicos e avaliação qualitativa do meio ambiente. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental**, 3. ABES, 1999. p. 1-8.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MOTA, S. et al. Planejamento urbano e preservação ambiental. In: **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Ufc, 1981.

PORTO, M. FA; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. Caracterização da qualidade da água. **Hidrologia ambiental, São Paulo: EDUSP**, p. 375-390, 1991.

REICHARDT, Klaus. Relações água-solo-planta em mata ciliar. **Simpósio sobre Mata Ciliar.**(LM Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p. 20-24, 1989.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** Artmed Editora, 2009a.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recuperação de formações ciliares: conceitos, tendências, modelos de implantação e recomendações práticas. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação.** RODRIGUES, RR; LEITÃO FILHO, HF (Orgs), São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 233-247, 2001.

SALVADOR, J.L.G. 1987. Considerações sobre matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios. **CESP**, São Paulo.

SANTOS, HG dos et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2006.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. **Química ambiental.** Pearson Prentice-Hall, 2009.

THOMANN, R. V., MUELLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control.** Harper International Edition. 644. 1987.

VANZELA, L. S. et al. Diagnóstico da vazão e descarga sólida total do córrego três barras no município de Marinópolis-SP. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola.** 2004. p. 4.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Editora UFMG, 1996.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios – 2 ed.** – Belo Horizonte: Editora UFMG, 592 p, 2014.

## **7. ANEXOS**

### **ANEXO A – RESULTADOS DO MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - DADOS BRUTOS**

**Ponto de amostragem P1 (Área de Banho) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:28	9:22	10:17	10:05	ND	9:32	13:28	10:13	ND	14:20	10:17
Temperatura do ar	(°C)	22,0	24,5	20,2	23,0	ND	13,0	20,0	18,0	ND	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	24,5	23,9	17,3	14,5	ND	14,5	19,0	19,5	ND	23,5	22,0
Turbidez	(NTU)	6,63	15,84	ND	17,86	ND	22,07	14,60	16,33	ND	39,78	26,19
pH	-	6,68	7,10	6,72	6,43	ND	6,22	6,28	5,49	ND	6,17	5,96
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	ND	ND	4,0	6,7	ND	6,9	4,2	6,0	ND	8,3	4,0
Oxigênio Dissolvido	(%)	ND	ND	41,7	65,7	ND	67,7	45,3	65,4	ND	97,7	45,8
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	94	108,2	101,0	61,1	ND	36,1	85,5	78,9	ND	99,6	155,0
DBO	(mg/L)	ND	ND	8,7	3,9	ND	5,2	1,5	2,6	ND	5,7	5,3
Sólidos Totais	(mg/L)	56,3	73,5	45,0	40,5	ND	76,2	40,8	67,4	ND	80,0	ND
Nitrato	(mg/L)	8,854	9,021	8,401	7,659	ND	ND	ND	ND	ND	3,078	2,116
Fosfato	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0,097	0,625	0,622	ND	0,810	0,853
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	600	650	350	280	ND	250	ND	ND	ND	780	560

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).

**Ponto de amostragem P2 (Afluente Sangrador) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:32	10:25	10:32	10:27	ND	9:50	13:44	10:00	ND	14:36	9:50
Temperatura do ar	(°C)	22,0	27,3	20,2	23,0	ND	13,0	20,0	18,0	ND	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	24,5	24,0	17,8	14,5	ND	14,5	19,0	19,5	ND	23,5	22,0
Turbidez	(NTU)	28,10	55,92	ND	24,82	ND	15,67	59,23	18,70	ND	63,34	48,80
pH	-	6,25	7,90	6,15	4,37	ND	5,94	6,11	5,86	ND	4,64	6,18
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	ND	ND	4,2	6,0	ND	7,5	4,1	3,6	ND	5,1	2,8
Oxigênio Dissolvido	(%)	ND	ND	44,2	58,9	ND	73,6	44,2	39,2	ND	60,1	32,0
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	122	90,3	121,0	69,4	ND	48,6	119,4	84,3	ND	116,5	223,7
DBO	(mg/L)	ND	ND	8,6	5,4	ND	3,5	7,0	4,9	ND	7,8	8,3
Sólidos Totais	(mg/L)	72,1	66,0	57,0	36,4	ND	75,9	28,2	74,6	ND	106,5	ND
Nitrato	(mg/L)	8,347	10,306	14,850	12,317	ND	ND	ND	ND	ND	3,912	1,875
Fosfato	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0,154	0,731	0,628	ND	0,761	0,924
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	600	680	400	320	ND	300	ND	ND	ND	820	650

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).

**Ponto de amostragem P3 (Acerca da BR-392) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:42	10:52	10:02	9:38	ND	9:06	13:02	10:27	ND	13:58	9:30
Temperatura do ar	(°C)	22,0	28,0	20,0	23,0	ND	13,0	20,0	18,0	ND	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	23,5	24,2	17,5	14,5	ND	14,5	19,0	19,5	ND	23,5	22,0
Turbidez	(NTU)	7,43	9,25	ND	9,83	ND	11,02	12,39	15,85	ND	30,40	24,65
pH	-	6,76	7,30	6,45	6,01	ND	6,31	6,55	5,52	ND	6,91	6,35
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	ND	ND	4,5	6,5	ND	7,2	4,8	4,2	ND	4,6	3,7
Oxigênio Dissolvido	(%)	ND	ND	47,0	63,7	ND	70,6	51,7	45,7	ND	54,1	42,3
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	76,5	72,0	99,3	54,1	ND	34,2	87,0	61,6	ND	92,0	104,4
DBO	(mg/L)	ND	ND	5,3	3,0	ND	1,8	4,3	3,2	ND	5,1	4,8
Sólidos Totais	(mg/L)	48,7	61,3	46,2	35,8	ND	61,4	22,9	54,3	ND	52,00	ND
Nitrato	(mg/L)	8,963	8,852	6,450	7,821	ND	ND	ND	ND	ND	3,611	2,358
Fosfato	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	0,060	0,625	0,584	ND	0,795	0,804
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	480	650	380	250	ND	350	ND	ND	ND	600	550

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).

**ANEXO B – RESULTADOS DO MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA - DADOS  
CONSISTIDOS**

**Ponto de amostragem P1 (Área de Banho) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:28	9:22	10:17	10:05	-	9:32	13:28	10:13	-	14:20	10:17
Temperatura do ar	(°C)	22,0	24,5	20,2	23,0	<b>21,4</b>	13,0	20,0	18,0	<b>21,4</b>	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	24,5	23,9	17,3	14,5	<b>19,9</b>	14,5	19,0	19,5	<b>19,9</b>	23,5	22,0
Turbidez	(UNT)	6,63	15,84	<b>19,91</b>	17,86	<b>19,91</b>	22,07	14,60	16,33	<b>19,91</b>	39,78	26,19
pH	-	6,68	7,10	6,72	6,43	<b>6,34</b>	6,22	6,28	5,49	<b>6,34</b>	6,17	5,96
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	<b>5,7</b>	<b>5,7</b>	4,0	6,7	<b>5,7</b>	6,9	4,2	6,0	<b>5,7</b>	8,3	4,0
Oxigênio Dissolvido	(%)	68,4	67,6	41,7	65,7	62,5	67,7	45,3	65,4	62,6	97,7	45,8
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	94,0	108,2	101,0	61,1	<b>91,0</b>	36,1	85,5	78,9	<b>91,0</b>	99,6	155,0
DBO	(mg/L)	<b>4,7</b>	<b>4,7</b>	8,7	3,9	<b>4,7</b>	5,2	1,5	2,6	<b>4,7</b>	5,7	5,3
Sólidos Totais	(mg/L)	56,3	73,5	45,0	40,5	<b>60,0</b>	76,2	40,8	67,4	<b>60,0</b>	80,0	<b>60,0</b>
Nitrato	(mg/L)	8,854	9,021	8,401	7,659	<b>6,522</b>	<b>6,522</b>	<b>6,522</b>	<b>6,522</b>	<b>6,522</b>	3,078	2,116
Fosfato	(mg/L)	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	<b>0,601</b>	0,097	0,625	0,622	<b>0,601</b>	0,810	0,853
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	600	650	350	280	<b>496</b>	250	<b>496</b>	<b>496</b>	<b>496</b>	780	560

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).

**Ponto de amostragem P2 (Afluente Sangrador) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:32	10:25	10:32	10:27	-	9:50	13:44	10:00	-	14:36	9:50
Temperatura do ar	(°C)	22,0	27,3	20,2	23,0	<b>21,7</b>	13,0	20,0	18,0	<b>21,7</b>	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	24,5	24,0	17,8	14,5	<b>19,9</b>	14,5	19,0	19,5	<b>19,9</b>	23,5	22,0
Turbidez	(UNT)	28,10	55,92	<b>39,32</b>	24,82	<b>39,32</b>	15,67	59,23	18,70	<b>39,32</b>	63,34	48,80
pH	-	6,25	7,90	6,15	4,37	<b>5,93</b>	5,94	6,11	5,86	<b>5,93</b>	4,64	6,18
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	<b>4,8</b>	<b>4,8</b>	4,2	6,0	<b>4,8</b>	7,5	4,1	3,6	<b>4,8</b>	5,1	2,8
Oxigênio Dissolvido	(%)	57,6	57,0	44,2	58,9	52,3	73,6	44,2	39,2	52,7	60,1	32,0
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	122,0	90,3	121,0	69,4	<b>110,6</b>	48,6	119,4	84,3	<b>110,6</b>	116,5	223,7
DBO	(mg/L)	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	8,6	5,4	<b>6,5</b>	3,5	7,0	4,9	<b>6,5</b>	7,8	8,3
Sólidos Totais	(mg/L)	72,1	66,0	57,0	36,4	<b>64,6</b>	75,9	28,2	74,6	<b>64,6</b>	106,5	<b>64,6</b>
Nitrato	(mg/L)	8,347	10,306	14,850	12,317	<b>8,601</b>	<b>8,601</b>	<b>8,601</b>	<b>8,601</b>	<b>8,601</b>	3,912	1,875
Fosfato	(mg/L)	<b>0,640</b>	<b>0,640</b>	<b>0,640</b>	<b>0,640</b>	<b>0,640</b>	0,154	0,731	0,628	<b>0,640</b>	0,761	0,924
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	600	680	400	320	<b>539</b>	300	<b>539</b>	<b>539</b>	<b>539</b>	820	650

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).

**Ponto de amostragem P3 (Acerca da BR-392) – Janeiro/2018 a Novembro/2018**

Variáveis	Unidade	Datas das Coletas										
		11.01.18	06.02.18	12.03.18	17.04.18	-	21.06.18	13.07.18	08.08.18	-	11.10.18	09.11.18
Horário	-	7:42	10:52	10:02	9:38	-	9:06	13:02	10:27	-	13:58	9:30
Temperatura do ar	(°C)	22,0	28,0	20,0	23,0	<b>21,8</b>	13,0	20,0	18,0	<b>21,8</b>	24,0	28,0
Temperatura da água	(°C)	23,5	24,2	17,5	14,5	<b>19,1</b>	14,5	19,0	19,5	<b>19,1</b>	23,5	22,0
Turbidez	(UNT)	7,43	9,25	<b>15,10</b>	9,83	<b>15,10</b>	11,02	12,39	15,85	<b>15,10</b>	30,40	24,65
pH	-	6,76	7,30	6,45	6,01	<b>6,46</b>	6,31	6,55	5,52	<b>6,46</b>	6,91	6,35
Oxigênio Dissolvido	(mg/L)	<b>5,1</b>	<b>5,1</b>	4,5	6,5	<b>5,1</b>	7,2	4,8	4,2	<b>5,1</b>	4,6	3,7
Oxigênio Dissolvido	(%)	60,0	54,1	47,0	63,7	54,8	70,6	51,7	45,7	55,1	54,1	42,3
Condutividade Elétrica	(µS/cm)	76,5	72,0	99,3	54,1	<b>75,7</b>	34,2	87,0	61,6	<b>75,7</b>	92,0	104,4
DBO	(mg/L)	<b>3,9</b>	<b>3,9</b>	5,3	3,0	<b>3,9</b>	1,8	4,3	3,2	<b>3,9</b>	5,1	4,8
Sólidos Totais	(mg/L)	48,7	61,3	46,2	35,8	<b>47,8</b>	61,4	22,9	54,3	<b>47,8</b>	52,0	<b>47,8</b>
Nitrato	(mg/L)	8,963	8,852	6,450	7,821	<b>6,343</b>	<b>6,343</b>	<b>6,343</b>	<b>6,343</b>	<b>6,343</b>	3,611	2,358
Fosfato	(mg/L)	<b>0,574</b>	<b>0,574</b>	<b>0,574</b>	<b>0,574</b>	<b>0,574</b>	0,060	0,625	0,584	<b>0,574</b>	0,795	0,804
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	480	650	380	250	<b>466</b>	350	<b>466</b>	<b>466</b>	<b>466</b>	600	550

ND: Não Definido.

Fonte: adaptado de Ceretta (2005).