

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**Thainá Moreira Bibiano**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS EM UM TRECHO URBANO DO RIO VACACAÍ MIRIM,  
BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA, RS**

Santa Maria, RS  
2023

**Thainá Moreira Bibiano**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS  
AMBIENTAIS EM UM TRECHO URBANO DO RIO VACACAÍ MIRIM,  
BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Engenheira Sanitarista e Ambiental**.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Marilise Mendonça Krügel

Santa Maria, RS  
2023

**Thainá Moreira Bibiano**

**Análise da Qualidade da Água e Avaliação de Impactos Ambientais em um Trecho Urbano do Rio Vacacaí-Mirim, Bairro Camobi, Santa Maria, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Engenheira Sanitarista e Ambiental**.

**Aprovado em 08 de fevereiro de 2023:**

---

**Marilise Mendonça Krügel, Dra. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Alexandre Swarowsky, Dr. (UFSM)**

---

**Elvis Carissimi, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me trazido até aqui, e me permitido ter o privilégio de realizar esse sonho.

A minha mãe, meu pai e irmão, por todo apoio e incentivo que sempre me deram, e por participarem desse momento tão especial.

As minhas amigas Natielle e Stéfani, por toda ajuda e companheirismo durante todos esses anos.

Aos professores que fizeram parte dessa trajetória, e principalmente a professora Marilise, que além de orientadora, me ajudou muito em momentos difíceis durante a minha graduação, e que com toda paciência e dedicação contribuiu para a realização e finalização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

## RESUMO

### **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM UM TRECHO URBANO DO RIO VACACAÍ-MIRIM, BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA, RS**

Autor: Thainá Moreira Bibiano  
Orientadora: Marilise Mendonça Krügel

Os diversos usos da água fazem com que este recurso natural seja essencial para os seres vivos. Com isso, torna-se indispensável garantir sua qualidade e quantidade. O objetivo desse trabalho foi realizar o monitoramento da água, analisando os parâmetros físico-químicos e biológico, no trecho urbano em estudo do rio Vacacaí-Mirim, localizado no bairro Camobi, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. Foram realizadas uma coleta a cada quinze dias, em três pontos distintos, no período de maio a julho de 2022. Foram analisados em laboratório os parâmetros turbidez, pH, cor, sólido totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, condutividade elétrica, DBO, dureza, oxigênio dissolvido, coliformes totais e termotolerantes. Esses parâmetros analisados mostram valores dentro do padrão de qualidade, para usos menos exigentes, estabelecida pela resolução CONAMA 357/2005, CONAMA 430/2011 e portaria 888/2021. Entretanto, foi possível notar que o ponto 3 de amostragem é o trecho de piores condições qualitativas do rio, nos parâmetros cor (118,1 uC), turbidez (24 NTU), oxigênio dissolvido (7,24 mg/L), condutividade elétrica (213,40 uS/cm a 25°C), sólidos totais (273,7 mg/L), sólidos fixos (116,0 mg/L) e voláteis (157,7 mg/L), dureza (65,33 mg CaCO<sub>3</sub>/L) e DBO (22 mg/L). Entretanto apenas os parâmetros cor, condutividade elétrica e DBO ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação, devido ao provável despejo de efluente no rio próximo ao terceiro ponto de amostragem. Todos os pontos de coleta de amostragem tiveram a presença de coliformes termotolerantes, o que podemos concluir que a região é afetada pela falta de saneamento básico.

Palavra-chave: Água. Parâmetros. Leis. Qualidade.

## **ABSTRACT**

### **ANALYSIS OF WATER QUALITY AND ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL IMPACTS IN AN URBAN STRETCH OF THE VACACAÍ-MIRIM, NEIGHBORHOOD CAMOBI, SANTA MARIA, RS**

Author: Thainá Moreira Bibiano  
Advisor: Marilise Mendonça Krügel

The various uses of water make this natural resource essential for living beings. Therefore, it is essential to guarantee its quality and quantity. The main goal of this work was to carry out water monitoring, analyzing the physical-chemical and biological parameters, in the urban area under study of the Vacacaí-Mirim river, located in the Camobi neighborhood, in the municipality of Santa Maria, Rio Grande do Sul. Sampling was carried out every two weeks, at three different points, from May to July 2022. The parameters turbidity, pH, color, total solids, total fixed solids, total volatile solids, electrical conductivity, BOD, hardness, dissolved oxygen, total and thermotolerant coliforms were analyzed in the laboratory. These parameters show values within the quality standard, for less demanding uses, established by Regulations CONAMA 357/2005, CONAMA 430/2011 and ordinance 888/2021. However, it was possible to notice that the sampling point 3 is the section with the worst qualitative conditions of the river, in the parameters color (118.1 uC), turbidity (24 NTU), dissolved oxygen (7.24 mg/L), electrical conductivity (213.40 uS/cm at 25°C), total solids (273.7 mg/L), fixed solids (65.33 mg CaCO<sub>3</sub>/L) and BOD (22 mg/L). However, only the color, electrical conductivity and BOD parameters exceeded the values established by legislation, probably due to the discharge of sewage in the river close to the third sampling point. All sampling points had the presence of thermotolerant coliforms, which we can conclude that the region is affected by lack of basic sanitation.

Keyword: Water. Parameters. Laws. Quality.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
1.1 OBJETIVO.....	7
1.1.1 Objetivo geral .....	7
1.1.2 Objetivo específico.....	7
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>8</b>
2.1 RECURSOS HÍDRICOS E LEGISLAÇÃO.....	8
2.2 BACIA HIDROGRÁFICA E SUB-BACIAS .....	9
2.3 IMPACTOS DA CONTAMINAÇÃO NOS RECURSOS HÍDRICOS .....	13
2.4 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA .....	14
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2 MÉTODOS .....	19
3.2.1 Medição de vazão .....	26
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>26</b>
4.1 PARÂMETROS FÍSICOS .....	26
4.1.1. Cor .....	27
4.1.2. Turbidez .....	28
4.1.3. Sólidos totais .....	29
4.1.4. Sólidos fixos e voláteis.....	30
4.1.5. Condutividade elétrica .....	32
4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS .....	33
4.2.1. pH.....	33

<b>4.2.2. Dureza .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.3. Oxigênio Dissolvido .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.4. DBO .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.3.1. Coliformes totais e coliformes termotolerantes (<i>Escherichia coli</i>).....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>38</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a sobrevivência dos seres vivos. O Brasil possui uma grande disponibilidade hídrica em quase todas as suas regiões. Porém, o crescimento populacional e econômico tem como consequências diversos impactos sobre os recursos hídricos como o assoreamento, a eutrofização e o empobrecimento da biodiversidade aquática (SILVA, 2015). Segundo o mesmo autor, as águas superficiais, subterrâneas e reservas de água são componentes estratégicos e essenciais ao desenvolvimento econômico, social e de sustentabilidade.

Um dos grandes desafios da atualidade é realizar uma gestão e gerenciamento dos recursos hídricos de maneira eficaz para que possa atender a uma sociedade que possui demandas cada vez maiores em relação a este recurso, sem que esta perca suas características quali-quantitativas, além de possibilitar o equilíbrio dos ecossistemas (MEIER; FOLETO, 2011, p. 7).

Segundo o Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento (2021), embora a água tenha o caráter de um bem público, ela não é vista com o seu devido valor, por conta do desperdício, da poluição originada pelo despejo de efluentes, uso indiscriminado para irrigação, geração de energia, dentre outros. Todo esse mau uso afeta diretamente e indiretamente a qualidade da água, a sua disponibilidade e o ecossistema aquático como um todo, gerando assim vários conflitos. Com isso foi sendo criadas leis, como os Comitês de bacia hidrográfica nos estados, que tem como objetivo orientar a sociedade e os órgãos gestores no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção e conservação das águas de nosso território. Nela são definidas as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas descritas, visando assim, reduzir os conflitos e os impactos gerados aos recursos hídricos devido à falta de gerenciamento da água.

Art. 2º Os Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas são instrumentos de gestão de recursos hídricos de longo prazo, previsto na Lei nº 9.433, de 1997, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, que visam fundamentar e orientar a implementação das Políticas Nacional, Estaduais e Distrital de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito das respectivas bacias hidrográficas (DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO, 2021, p. 21).

A preservação e conservação dos recursos naturais vem acompanhado de leis como a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) que classifica os corpos de

água e estabelece limites de lançamento de efluentes, analisando assim, a qualidade dos recursos hídricos. Essa normativa foi alterada pelas Resoluções CONAMA 393/2007, 397/2008, 410/2009 e 430/2011 (CONAMA, 2007, 2008, 2009, 2011). O estado do Rio Grande do Sul conta com o Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), o qual estabelece leis que também tem como objetivo preservar a qualidade da água.

O crescimento social e econômico pode trazer impactos ao meio ambiente, portanto, a avaliação de impacto ambiental (AIA) se tornou um instrumento da política nacional, devendo ser utilizada por atividades que podem causar impactos significativos no ambiente (SÁNCHEZ, 2013).

Os impactos da urbanização sobre o meio natural, e em particular, sobre as águas, considerando a habitação da população as margens dos rios e seus afluentes que banham as cidades, observam-se perdas graduais da capacidade dos diversos usos das águas, influenciando diretamente na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, reduzindo a biodiversidade, e podendo também ocasionar um aumento de enchentes (BOBADILHO, 2014).

O aumento da população urbana no bairro Camobi, localizado na cidade de Santa Maria-RS e a falta de tratamento de esgoto dessa região, repercutem negativamente no rio que passa pelo bairro, o Vacacaí-Mirim. As canalizações de esgoto do bairro, fazem o lançamento do efluente diretamente no rio. Entretanto, as obras para a construção da rede coletora estão quase concluídas. Esta levará o esgoto de Camobi à Estação de Tratamento de Efluente (ETE), no bairro Tomazzeti e, a previsão do início da operação deverá ocorrer ainda em 2023 (DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2022).

## 1.1 OBJETIVO

### 1.1.1 Objetivo geral

Realizar o monitoramento da qualidade da água, no período de maio a julho de 2022, em um trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim no bairro Camobi, em Santa Maria, RS.

### 1.1.2 Objetivo específico

- Realizar a medição de vazão, e análise de parâmetros físico-químicos: turbidez, pH, cor, sólido totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, condutividade elétrica, DBO, dureza, oxigênio dissolvido.
- Parâmetros biológicos: coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).
- Avaliar os impactos ambientais em função de ações antrópicas no trecho urbano do rio Vacacaí-mirim.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS E LEGISLAÇÃO

A água é um elemento essencial para a vida na Terra. É importante para a saúde e bem-estar dos seres humanos e para o equilíbrio dos ecossistemas. A parte renovável de água doce da Terra é de cerca de 40.000 km<sup>3</sup> anuais, e quase dois terços desse volume voltam aos cursos de água após as precipitações. O restante é absorvido pelo solo, infiltrando nas camadas superficiais, ficando assim acumulados nas camadas subterrâneas. Esse acúmulo de água no subsolo, servirão como fonte de recarga dos recursos hídricos durante períodos de seca. Dessa forma, o volume anual (de 40.000 km<sup>3</sup>) corresponde à diferença entre as precipitações pluviométricas e a evaporação de água na superfície da Terra (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

A parcela relativamente estável de suprimento de água é, portanto, de pouco menos que 14.000 km<sup>3</sup> anuais. Essa parcela de água doce acessível à humanidade no estágio tecnológico atual e os custos compatíveis com seus diversos usos é o que se denomina de recursos hídricos (PEREIRA JÚNIOR, 2004, p.4).

Portanto, a gestão dos recursos hídricos tem como objetivo garantir a qualidade da água e a sua disponibilidade (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

A Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das águas (BRASIL, 1997) tem o objetivo de promover a disponibilidade de água e a utilização racional dos recursos hídricos brasileiros. Ela traz, dentre seus instrumentos de gestão o enquadramento dos corpos de água em classes, considerando os usos da água, assegurando assim, uma qualidade compatível com os usos mais exigentes, diminuindo também os custos de combate à poluição, a outorga de direito de uso, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, dentre outros.

O estado do Rio Grande do Sul possui a Lei estadual 10.350/94 (RIO GRANDE DO SUL, 1994), chamada de Lei das águas gaúcha cujo objetivo é obter uma melhor gestão dos recursos hídricos do estado. Para atender a esse objetivo o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, instituído pela Lei supracitada, é composto pelo Conselho de Recursos Hídricos, o Departamento de Recursos Hídricos, os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica e as Agências de Região Hidrográfica. As leis estaduais, nacionais e federais, buscam a compatibilização, entre elas, sobre as diretrizes, utilização e proteção dos recursos hídricos.

A Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), dispõe “sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências [...]”. Essa resolução foi alterada parcialmente pelas Resoluções CONAMA 393/07, 397/08, 410/09, 430/11 (CONAMA, 2007, 2008, 2009, 2011). A Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) apresenta os teores máximos dos parâmetros físicos, químicos e biológicos presentes no corpo hídrico, o qual irá enquadrar e classificar o corpo de água e seu uso.

A Portaria de Consolidação MS/GM Nº 888, de 4 de maio de 2021 “Altera o Anexo XX a Portaria de Consolidação MS/GM Nº 5 de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade [...]”.

## 2.2 BACIA HIDROGRÁFICA E SUB-BACIAS

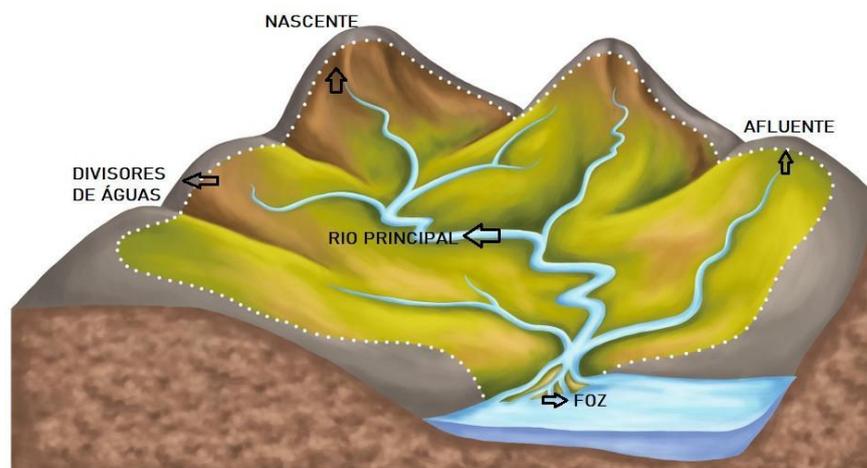
A bacia hidrográfica é uma área do terreno limitada por um divisor de águas, elevação entre dois rios, que possui uma crista ou terreno alto onde todas as águas ali precipitadas convergem para uma única saída, uma seção transversal do rio principal, o qual é chamado de exutório/foz (é o final da bacia e o local onde as águas deságuam em uma bacia maior) ou seção de controle da bacia hidrográfica. Ela pode ser pequena ou possuir uma grande extensão, drenada por um rio principal e seus tributários (rio menor que desagua nos rios com maiores hidrografias) (SILVA, 2015).

Por um terreno em declive, a água de diversas fontes como rios, ribeirões, córregos e outros deságuam em um determinado rio, formando assim, uma bacia hidrográfica. É formada por um (podendo ser mais de um) rio principal e um conjunto de afluentes (curso d'água menores) que deságuam no rio principal. O comportamento

hidrológico de uma bacia, é diretamente influenciado por suas características geomorfológicas, como sua forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, entre outros (MACHADO, 2017) (Figura 1).

O Brasil possui a maior Bacia Hidrográfica do mundo, a bacia hidrográfica do rio Amazonas, formada por uma longa rede hidrográfica de 6.110.000 km<sup>2</sup>, que transcende as fronteiras brasileiras para terras do Peru, Bolívia, Colômbia, Equador, Venezuela e Guiana (MACHADO, 2017).

Figura 1 – Estrutura e escoamento superficial de uma bacia hidrográfica.



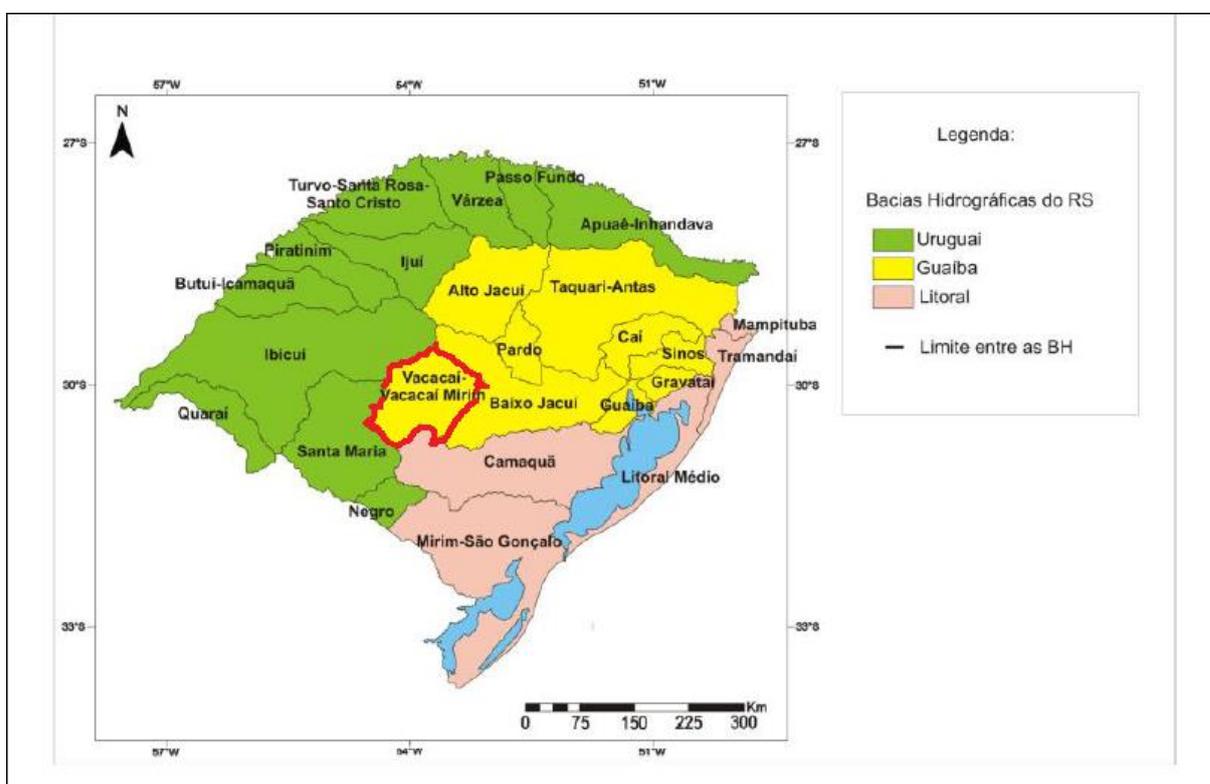
Fonte: Mundo Educação.

As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, possuem áreas maiores que 100 km<sup>2</sup> e menores que 700 km<sup>2</sup>. A microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia, que possuem uma área inferior a 100 km<sup>2</sup> (MACHADO, 2017).

O gerenciamento das bacias hidrográficas é de extrema importância e por isso surgiram instrumentos essenciais para essa gestão. No estado do Rio Grande do Sul foram criados o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica. Esses planos são necessários para o planejamento de uso da bacia hidrográfica e auxiliam os demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Os outros instrumentos são quanto ao enquadramento das águas, a cobrança pelo uso e a outorga pelo direito do uso da água (MEIER; FOLETO, 2011).

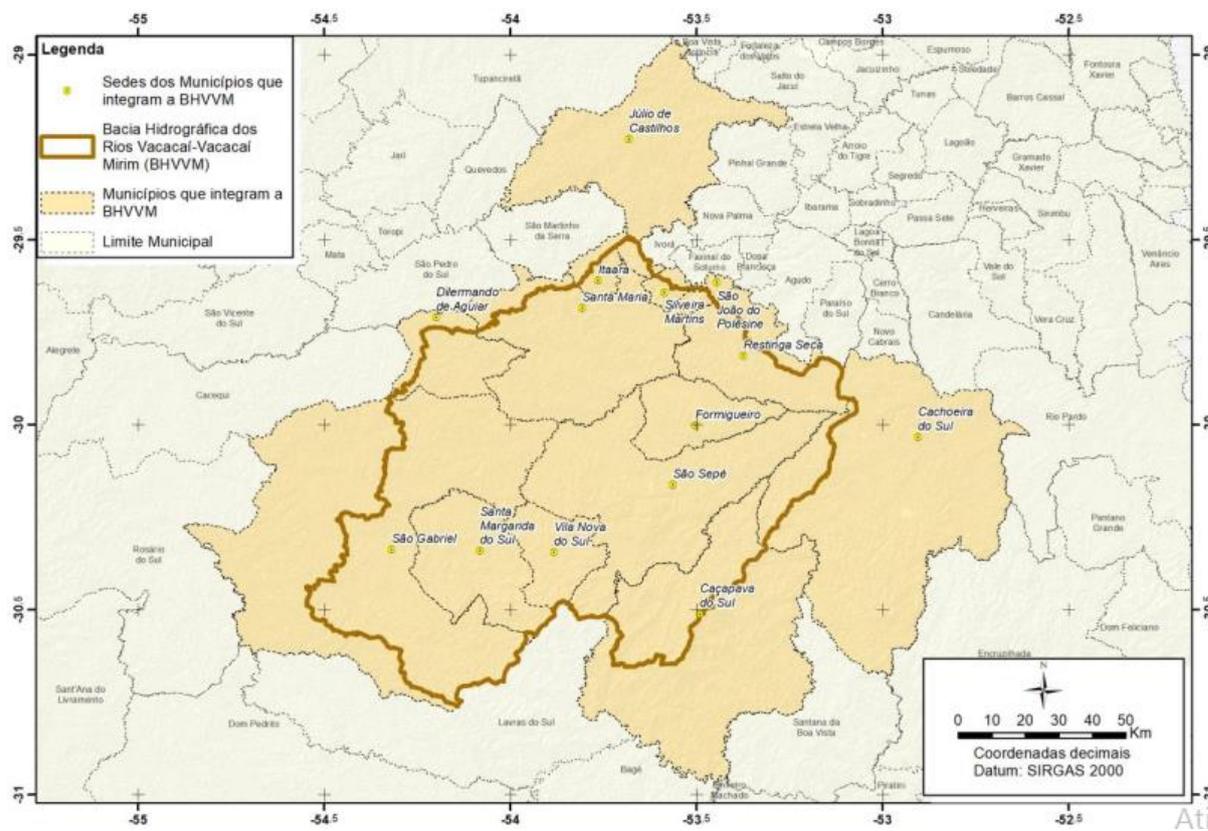
A bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim (BHVVM), G060, representada na figura 2 e 3, compõe a região hidrográfica do Guaíba, e está localizada na região centro-ocidental do estado do Rio Grande do Sul, na confluência dos biomas Mata atlântica e Pampa. Possui uma área de aproximadamente 11.077 km<sup>2</sup> com uma população total de 407.533 habitantes. Os principais usos de água se destinam a irrigação, dessedentação de animais e abastecimento público (DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO, 2021).

Figura 2 – Localização da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim no estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (2022).

Figura 3 – Limites da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí-Vacacaí Mirim no Rio Grande do Sul e os municípios que dela fazem parte.



Fonte: Plano de Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (2021).

Os principais rios da BHVVM são os rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Esses rios e os demais cursos hídricos desaguam no rio Jacuí e compõem a região hidrográfica do Guaíba. As nascentes afloram principalmente nas áreas sul e norte da bacia. Segundo a Base Cartográfica (BCRS18) da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul (SEMA-RS), os rios da BHVVM são: Rio dos Corvos, Santa Bárbara, São Sepé, Vacacaizinho, Vacacaí e Vacacaí-Mirim, possuindo extensões distintas como mostra a tabela 1. Os demais cursos hídricos são arroios e sangas. A BHVVM possui dois exutórios. Ambos deságuam no rio Jacuí e estão localizadas no nordeste da bacia hidrográfica (PLANO DE BACIA VACACAÍ VACACAÍ-MIRIM, 2021).

Tabela 1 – Principais cursos hídricos que compõem a bacia hidrográfica dos rios Vacacaí Vacacaí Mirim e suas respectivas extensões.

Curso hídrico	Extensão do curso hídrico (km)
Rio dos Corvos	64,8

Rio Santa Bárbara	43,7
Rio São Sepé	113,7
Rio Vacacaí	333,6
Rio Vacacaizinho	36,8
Rio Vacacaí-Mirim	144,2
Arroio Santa Bárbara	104,7
Arroio do Salso	75,1

Fonte: Plano de Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (2021).

### 2.3 IMPACTOS DA CONTAMINAÇÃO NOS RECURSOS HÍDRICOS

O problema da poluição e contaminação dos recursos hídricos é de alta gravidade, trazendo consequências como por exemplo a perda da qualidade da água para consumo, risco de extinção dos animais, aumento de doenças de veiculação hídrica nos seres humanos ocasionados pela ingestão e contato com a água contaminada (NELSON, 2017).

A Lei Federal Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), define poluição como:

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 desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981, p.1).

Os problemas acima citados são responsáveis pelos impactos causados nas bacias hidrográficas e nos recursos hídricos, os quais vão sofrendo alterações físicas, químicas e biológicas, como por exemplo, o aumento da temperatura da água, proliferação de organismos como plâncton e algas, aumento da turbidez e dos materiais em suspensão, perda de volume desses recursos, dentre outros (BRAGA, 2005).

Segundo a Resolução CONAMA N º1, de 23 de janeiro de 1986 (CONAMA, 1986, p. 1) “considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas [...]”.

A legislação brasileira impõe limites cada vez mais rigorosos sob pena de punição, no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção e conservação das águas

de nosso território, visando assim, reduzir os conflitos e os impactos gerados aos recursos hídricos devido à falta de gerenciamento da água. Para se adequar as mudanças impostas pela legislação, as empresas devem aplicar ferramentas que ajudem a diagnosticar os impactos ambientais oriundos de suas atividades, para assim ter um melhor monitoramento e tomadas de decisão (SANTOS; MARTIM, 2013).

O objetivo de se estudar os impactos ambientais, é, principalmente, o de avaliar as consequências de algumas ações, para que possa haver a prevenção da qualidade de determinado ambiente que poderá sofrer a execução de certos projetos ou ações, ou logo após a implementação dos mesmos (GRACIOLI; ROCHA, 2008, p. 253).

Os diversos tipos de atividades, como a urbanização, desmatamento, pecuária, a falta de saneamento básico (tratamento de esgoto), entre outros, podem provocar sérios impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, como por exemplo esgoto doméstico despejado diretamente no rio sem ter um pré e um pós-tratamento, supressão das matas ciliares, erosão das margens, disposição irregular dos resíduos sólidos. Essas ações estão causando diversos prejuízos ao rio Vacacaí-Mirim, como a degradação do ecossistema aquático, quanto a fauna e a flora, aumento de doenças nos seres humanos devido à má qualidade da água, e a perda do aspecto visual do ambiente impactado. O monitoramento é fundamental para avaliar os recursos hídricos de uma bacia hidrográfica (GRACIOLI; ROCHA, 2008).

## 2.4 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA

Monitorar a qualidade da água é de extrema importância, pois permite verificar as alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas, proporcionando assim uma avaliação adequada de sua qualidade (MARCHESAN *et al.*, 2009).

Os estados brasileiros, assim como o Rio Grande do Sul, são responsáveis por monitorar a qualidade das águas em seus territórios. Em 2013 a Agência Nacional de Águas (ANA), lançou a Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade da Água (RNQA), que conta com técnicas de cooperação entre os operadores das redes de monitoramento de cada estado, estendendo para nível nacional, facilitando assim a interpretação dos dados e a diminuição dos custos. Entretanto, mesmo com a criação do RNQA, os estados continuam responsáveis pela operação da monitoria da qualidade (ANA, 2021).

Na bacia hidrográfica do rio Vacacaí Vacacaí-Mirim, são realizadas diversas monitorias de qualidade de água, dentre elas análises físico-químicas e microbiológicas, onde um de seus objetivos, está a verificação das condições qualitativas de seus trechos, que serão enquadrados em classes estabelecidos pelas leis. A determinação de metas, através do enquadramento, tem como finalidade manter a qualidade da água para os seus diversos usos e a diminuição dos valores gastos no combate à poluição (DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO, 2021).

Foram identificados diversos pontos de monitoramento realizados pela CORSAN, pontos de pesquisas realizadas pela Universidade Federal de Santa Maria e no projeto Saúde da Água da Fundação MO'Á. Foi realizado um ponto de monitoramento do rio Vacacaí-Mirim próximo a ponte da BR-149 em Restinga Seca. Os resultados permitem apontar necessária atenção para que os parâmetros Coliformes termotolerantes e fósforo total, pois no ponto monitorado apresentou condição equivalente a Classe 3. O Plano de Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim, mostra que na bacia dos rios Vacacaí Vacacaí-Mirim, possui poucos estudos/monitorias feitos na trajetória do rio Vacacaí-Mirim que atravessa a cidade de Santa Maria, principalmente no trecho do bairro Camobi (PLANO DE BACIA VACACAÍ VACACAÍ-MIRIM, 2021).

É possível observar que na trajetória do rio que atravessa a cidade de Santa Maria, incluindo o trecho em estudo do bairro Camobi, encontra-se em condições precárias, sinais de degradação ambiental são vistas no rio e nas suas margens. O Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (GHIDROS) da Universidade Federal de Santa Maria, já realiza a trinta anos, o monitoramento da bacia hidrográfica dos rios Vacacaí Vacacaí-Mirim, objetivando criar um banco de dados com dados hidrológicos de precipitação e vazão, clima e qualidade da água, para auxiliar no controle dos impactos ambientais negativos da ação antrópica nas disponibilidades hídricas, na qualidade da água em pequenas BH, no desmatamento das áreas verdes. Entretanto, poucos estudos são feitos avaliando parâmetros físicos, químicos e biológicos em pequenas bacias hidrográficas (SOUZA, 2019).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

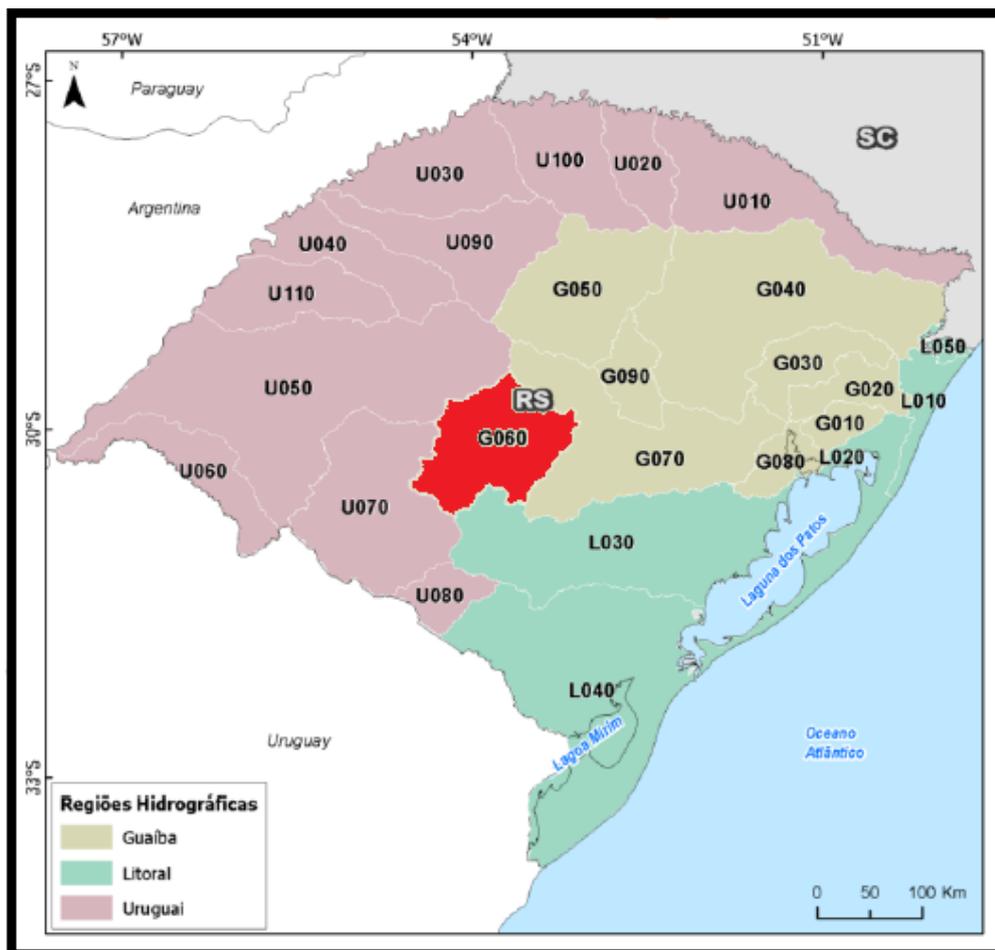
### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O rio Vacacaí-Mirim está localizado na região hidrográfica do Guaíba, na porção central do Estado. O rio abrange os municípios de Santa Maria, Restinga Seca, Itaara, Silveira Martins e São João do Polêsine, que abrange uma região total de 1.181 km<sup>2</sup>, o qual faz parte da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim (G060). As coordenadas geográficas limites da sub-bacia são: Longitude Oeste - 53° 46' 30" a 53° 49' 29", e Latitude Sul - 29° 36' 55" a 29° 39' 50" (SOUSA; GASTALDINI, 2014).

A bacia hidrográfica do rio Vacacaí Vacacaí-Mirim (BHVVM) possui características como, dois exutórios principais. O rio Vacacaí-Mirim tem drenagem do bioma mata atlântica e o rio Vacacaí, tem drenagem do bioma pampa. Um dos problemas enfrentados pela bacia, é a questão do assoreamento e a consequente inundação de suas margens. Para facilitar o sistema de planejamento e gestão dos recursos hídricos, a BHVVM foi dividida em seis unidades: Alto Vacacaí (com 2967 km<sup>2</sup> de área, representando 26,54% da bacia), Médio Vacacaí (3486 km<sup>2</sup> de área, representando 31,19%), Baixo Vacacaí (com 662 km<sup>2</sup> de área, representando 5,92% da bacia), Santa Bárbara (com 1606 km<sup>2</sup> de área, representando 14,37% da bacia), São Sepé (com 1276 km<sup>2</sup> de área, representando 11,42% da bacia) e Vacacaí-Mirim (1181 km<sup>2</sup> de área, representando 10,56% da bacia) (PLANO DE BACIA VACACAÍ VACACAÍ-MIRIM, 2021).

A figura 4 representa a localização da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim no estado do Rio Grande do Sul.

Figura 4 – Localização da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Vacacaí-Mirim no Rio Grande do Sul.



Fonte: Plano de Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (2021).

A bacia hidrográfica (BH) dos rios Vacacaí Vacacaí-Mirim está situada na faixa de transição dos biomas Mata Atlântica e Pampa com 45,34% e 54,66% de área, respectivamente, em cada um dos biomas. No Quadro 1 é apresentado os percentuais de ocupação da BH do rio Vacacaí-Mirim por município de abrangência.

Quadro 1 – Percentual de ocupação das Unidades de planejamento e gestão (UPG) dos municípios que integram a bacia hidrográfica dos rios Vacacaí Vacacaí-Mirim.

Unidade de Planejamento e Gestão (UPG)	Área da UPG na bacia (km <sup>2</sup> )	% de ocupação na bacia	Municípios abrangidos (% em área dentro da UPG)
	1.181	10,56%	Itaara (59,21%)

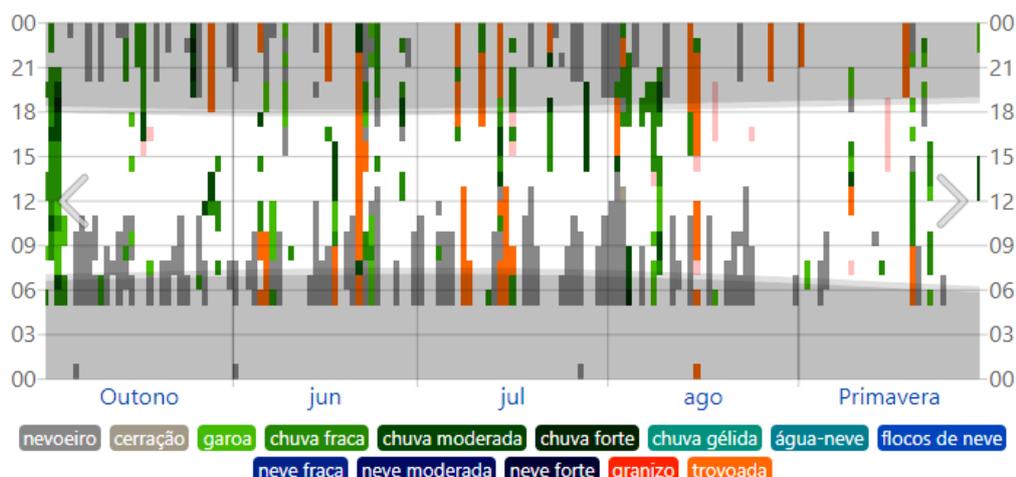
Vacacaí-Mirim (VM)			Júlio de Castilho (3,12%)
			Restinga Seca (56,35%)
			Santa Maria (19,83%)
			São João do Polêsine (48,78%)
			Silveira Martins (67,39%)

Fonte: Adaptado do Plano de Bacia Vacacaí Vacacaí-Mirim (2021).

A precipitação influencia direta e indiretamente a vazão e a qualidade da água de um corpo hídrico, pois ela aumenta o fator diluição da água, devido ao aumento da quantidade de solvente. A cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul, apresenta estações climáticas, de seca e chuvas, bem definidas. De fevereiro a agosto, observa-se uma maior quantidade de precipitação, já na primavera e verão, pode-se observar um maior volume de precipitação. Para o estudo realizado, foram analisados os períodos de chuva de abril a julho, nesse período tem-se a predominância de nevoeiro, cerração, garoa, chuvas fracas, moderadas e fortes e trovoadas (WEATHER SPARK, 2022).

A figura 5 representa as condições meteorológicas observadas no ano de 2022 na cidade de Santa Maria, RS.

Figura 5 – Condições meteorológicas observadas no ano de 2022 na cidade de Santa Maria, RS.



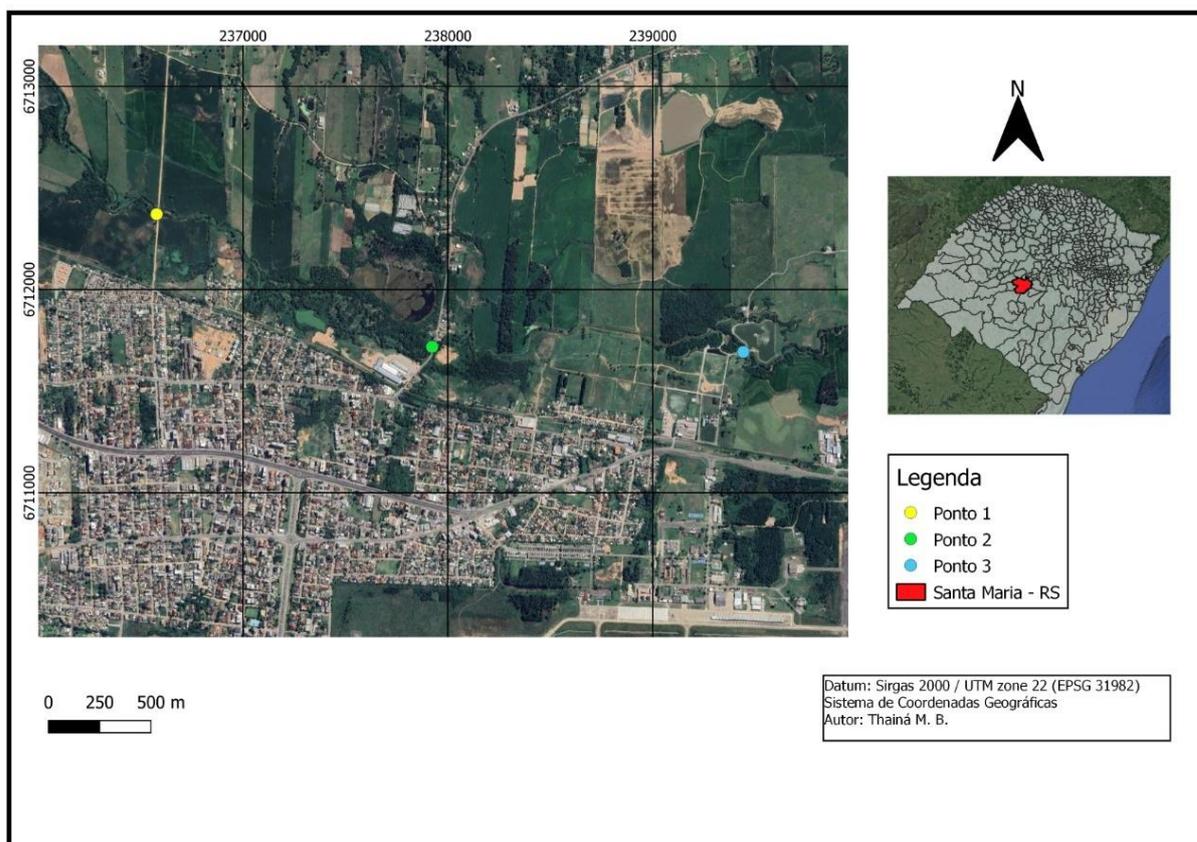
Fonte: Weather Spark (2022).

### 3.2 MÉTODOS

Foram realizadas coletas de amostras de água, em pontos do rio Vacacaí-Mirim, durante o período de maio a julho de 2022. Foi realizado nesse período para verificar a variação dos parâmetros, na presença de maior umidade e precipitação.

As coletas foram realizadas quinzenalmente, os quais tiveram como objetivo acompanhar o estado regular dos parâmetros analisados da água, em três pontos do trecho do rio, localizados a montante, no meio e a jusante do trecho em estudo do rio Vacacaí-Mirim localizado entre a rua Angelin Bortoluzzi e a distribuidora de combustível Santa Lúcia. Esse trecho urbano foi escolhido, pois não apresentavam estudos qualitativos do rio Vacacaí Mirim nessa região, e por supostamente ser lançados esgotos domésticos no rio, devido ao bairro não possuir tratamento de efluente. O ponto 1 (Longitude Oeste - 53° 43' 21" e Latitude Sul - 29° 41' 27"), está localizado a montante do trecho em estudo, situado em uma área urbana, na rua Angelin Bortoluzzi próximo à Escola Municipal de Ensino Fundamental Renato Nocchi Zimmermann. O segundo ponto escolhido (Longitude Oeste - 53° 43' 31" e Latitude Sul - 29° 41' 49"), no meio do trecho, fica próximo a Olaria Kipper, na Estrada Municipal Norberto José Kipper. O ponto 3 (Longitude Oeste - 53° 41' 34" e Latitude Sul - 29° 41' 51"), está localizado após trechos que possuem vegetação e mata ciliar, situado a jusante do trecho em estudo, encontra-se dentro do terreno da distribuidora de combustível Santa Lúcia (Figura 6). As figuras 7, 8 e 9 são registros dos pontos os quais foram realizadas as coletas.

Figura 6 – Localização das amostragens realizadas no trecho do rio Vacacaí-Mirim, em Camobi, Santa Maria.



Fonte: Google Earth (2022).

Figura 7 – Situação ambiental do primeiro ponto de amostragem em um trecho do rio Vacacaí-Mirim, no bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

Figura 8 – Situação ambiental do segundo ponto de amostragem em um trecho do rio Vacacaí-Mirim, no bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

Figura 9 – Situação ambiental do terceiro ponto de amostragem em um trecho do rio Vacacaí-Mirim, no bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

Quadro 2 – Informações dos três pontos de amostragem do trecho do rio Vacacaí-Mirim, no bairro Camobi, Santa Maria.

Trechos de amostragem	1	2	3
Profundidade (m)	0,13	0,11	0,18
Largura (m)	10,90	5,46	6,33
Correnteza	Fraca	Fraca	Fraca
Vegetação Ciliar	Pouca	Pouca	Pouca
Leito do rio	Irregular	Irregular	Irregular
Ocupação urbana próxima	Residências	Residências e comércio	Residências
Presença de gado próximo	Não possui	Não possui	Possui

Contenção de talude	Não possui	Possui	Não possui
---------------------	------------	--------	------------

Fonte: Autora.

Para a coleta das amostras, foram utilizadas nove garrafas PETs com capacidade de 2 litros. Foi amarrada uma corda na garrafa, para facilitar o seu lançamento e a retirada da água. Foram observados que não houve precipitação nos dias de coleta, com exceção do último dia, que teve uma pequena quantidade de chuva, o qual foi.

Objetivando a redução do erro experimental, foram coletadas três amostras por ponto, foram feitas as médias e o desvio padrão para análise de cada parâmetro.

Para cada uma das amostras foram analisados os seguintes parâmetros físico, químicos e biológicos: cor, turbidez, sólidos totais, sólidos totais fixos, sólidos totais voláteis, condutividade elétrica, pH, dureza, oxigênio dissolvido, DBO, coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).

A determinação da turbidez, medida em NTU, foi realizada com o turbidímetro, o qual é constituído por um nefelômetro. Este possui uma fonte de luz que mostra a intensidade da luz espalhada pela amostra.

A determinação do pH foi feita através do pHmetro, onde a ponta do eletrodo de pH foi mergulhada na amostra, emitindo imediatamente no visor do aparelho o valor do pH (VIBROPAC, 2017).

A análise dos sólidos totais, sólidos totais fixos e voláteis medidos em mg/L, foi realizada pelo método gravimétrico. Para a execução do método é necessário o uso de balança de precisão, estufa, forno mufla e dessecador. A cor verdadeira, medida em uma Unidade de Cor (UC), foi feita da amostra de água filtrada. Foi determinada através do aparelho colorímetro, o qual apresenta o resultado em leitura digital do instrumento.

A condutividade da água, medida em mS/cm, foi determinada pelo condutivímetro, no qual a ponteira do aparelho é imersa na substância, apresentando o resultado em leitura digital.

A DBO, medida em mg/L, foi feita pelo método respirométrico, onde as amostras (com pH ajustados para ficar entre 6,6 e 7,2) foram colocadas em frascos, nos quais foram postados barras magnéticas, inibidor de nitrificação e suportes de borracha com pastilhas de hidróxido de sódio (NaOH) dentro de cada frasco. Os

recipientes foram fechados com aparelhos de oxitop (oxímetro), e colocados sobre uma bandeja de agitação dentro da incubadora, a uma temperatura de 20°C por cinco dias (AMBIENTAL ANÁLISE, 2013).

A dureza foi feita pelo método titulométrico, onde foram utilizados agitador magnético, barra magnética, solução de EDTA, solução tampão e indicador Negro de eriocromo T. (ABDALLA *et al*, 2010).

A determinação do oxigênio dissolvido foi feita logo após as amostragens serem coletadas e levadas para o laboratório, pelo equipamento oxímetro, delimitando o tempo de 1 minuto para a anotação do valor mostrado no visor do aparelho. Não foi medido *in loco* pois o equipamento estava em uso.

Para a determinação dos coliformes totais e termotolerantes, utilizou-se a técnica dos Tubos múltiplos ou também conhecido como Número mais provável (NMP/mL), onde foi utilizado o produto Colilert. O Colilert foi adicionado nas amostras juntamente com a água destilada (foram utilizados 99 mL de água destilada e 1 mL da amostra coletada). O material gerado foi colocado em cartelas, em seguida seladas e colocadas na estufa a 35°C por 24 horas. O resultado do NMP/mL seguiu a tabela IDEXX Quanti-Tray/2000.

Figura 10 – Análise dos coliformes totais e termotolerantes, obtidos no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

As análises físico-químicas e biológicas foram realizadas nas dependências do laboratório de Engenharia do Meio Ambiental (LEMA) do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria.

Os resultados obtidos foram analisados e comparados com os limites estabelecidos pela avaliação da qualidade da água recomendados pelo CONAMA 357/05 (CONAMA, 2005), CONAMA 430/11 (CONAMA, 2011), o anexo XX da Portaria de consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) e a Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

O método de avaliação de impacto ambiental adotado foi redes de interação, o qual a olho nu, observando com muita atenção, foi sendo identificado e anotado *in loco*, a sequência de impactos ambientais, a partir de intervenções como a urbanização e falta de saneamento básico, e posteriormente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre a avaliação de impacto utilizada, e os impactos analisados em uma primeira e demais ordens. Essa metodologia possibilita a identificação de impactos indiretos (primários, secundários, terciários etc.) e suas interações, por meio de gráficos ou diagramas (CREMONEZ *et al*, 2014).

### **3.2.1 Medição de vazão**

Foi realizado o monitoramento da vazão, no trecho em estudo, no período de maio a julho de 2022, utilizando o método do molinete, também chamado de método área-velocidade, o qual relaciona a velocidade média de um fluxo de água e o número de rotações de uma hélice que pertence ao aparelho nos determinados pontos. O rio foi dividido em uma seção transversal de referência. Os pontos para realização dessas medições foram escolhidos levando em consideração a linearidade do trecho do rio, profundidade acessível à medição, ausência de obstáculos como troncos e galhos. Essa variável, vazão, em sua maioria, influencia na estimativa da massa de poluente presente na água, pois alguns a concentração de alguns poluentes aumentam com a diminuição da vazão do rio. O modelo do equipamento utilizado foi MF pro.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 PARÂMETROS FÍSICOS**

#### 4.1.1. Cor

Pode-se observar que o ponto 1 obteve os menores valores de cor, já o ponto 3 foi observado os maiores valores, de 118,1 e 112,7 u.C, ficando acima dos padrões da Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) que admite valores até 75 u.C. Isso indica que o corpo hídrico apresenta uma taxa elevada de sólidos dissolvidos, o que pode ser consequência de o corpo hídrico ser pobre em mata ciliar na maior parte do trecho analisado, o que o torna mais vulnerável a cargas poluidoras. Esse parâmetro, pode causar interferência nos processos de fotossíntese e oxigenação do corpo d'água, prejudicando a dinâmica do ecossistema aquático. A cor pode sofrer mudanças com a presença de sólidos dissolvidos, causados pelo carreamento dos sedimentos das margens do rio (LUÍZ; PINTO; SCHEFFER, 2012).

O Quadro 3 mostra o resultado do parâmetro físico analisados nos três pontos de amostragem realizados em sequência das quatro coletas nos meses já citados, e o quadro 4 mostra os desvios padrões, onde o ponto 3 apresentou menor valor.

Quadro 3 – Dados de cor aparente em u.C, obtidos no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.

Pontos de amostragem	Resultados (u.C)
<b>Amostragem 1</b>	
<b>1</b>	107,4
<b>2</b>	116,5
<b>3</b>	111,6
<b>Amostragem 2</b>	
<b>1</b>	77,7
<b>2</b>	87,7
<b>3</b>	94,3
<b>Amostragem 3</b>	
<b>1</b>	90,7
<b>2</b>	96,3
<b>3</b>	118,1

<b>Amostragem 4</b>	
<b>1</b>	69,0
<b>2</b>	90,7
<b>3</b>	112,7

Fonte: Autora.

Quadro 4 – Dados de desvio padrão do parâmetro cor aparente, obtidos no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.

<b>Pontos de amostragem</b>	<b>Desvio padrão</b>
<b>1</b>	16,71
<b>2</b>	12,97
<b>3</b>	10,29

Fonte: Autora.

#### **4.1.2. Turbidez**

Analisando o quadro 5, a maior turbidez encontrada foi de 24 NTU no ponto 3 de amostragem. Segundo Fusati (2021), as principais causas da turbidez mais elevada é a presença de sólidos em suspensão, o que reduz a transparência da água.

Pode-se concluir que essa maior turbidez do terceiro ponto de coleta de amostragem, ocorre devido à pouca presença de mata ciliar, e as constantes obras e movimentação de terra que foi possível observar nesse ponto, localizado dentro das propriedades da distribuidora de combustível Santa Lúcia.

Todo o trecho em estudo, pontos 1, 2 e 3 de amostragem, se enquadram na classe 1, segundo a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005) a qual prevê valores até 40 NTU para essa classe. Pode-se observar também, que o período de coleta foi realizado em estação chuvosa, constatando que a precipitação favorece a diminuição da turbidez na água.

O quadro 6 mostra os desvios padrões, onde o ponto 1 apresentou menor valor.

Quadro 5 – Dados de turbidez em NTU, obtidos no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.

Pontos de amostragem	Resultados (NTU)
<b>Amostragem 1</b>	
<b>1</b>	13
<b>2</b>	14
<b>3</b>	14
<b>Amostragem 2</b>	
<b>1</b>	9
<b>2</b>	11
<b>3</b>	12
<b>Amostragem 3</b>	
<b>1</b>	11
<b>2</b>	12
<b>3</b>	13
<b>Amostragem 4</b>	
<b>1</b>	11
<b>2</b>	18
<b>3</b>	24

Fonte: Autora.

Quadro 6 – Dados de desvio padrão do parâmetro cor aparente, obtidos no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.

Pontos de amostragem	Desvio padrão
<b>1</b>	1,52
<b>2</b>	3,01
<b>3</b>	5,40

Fonte: Autora.

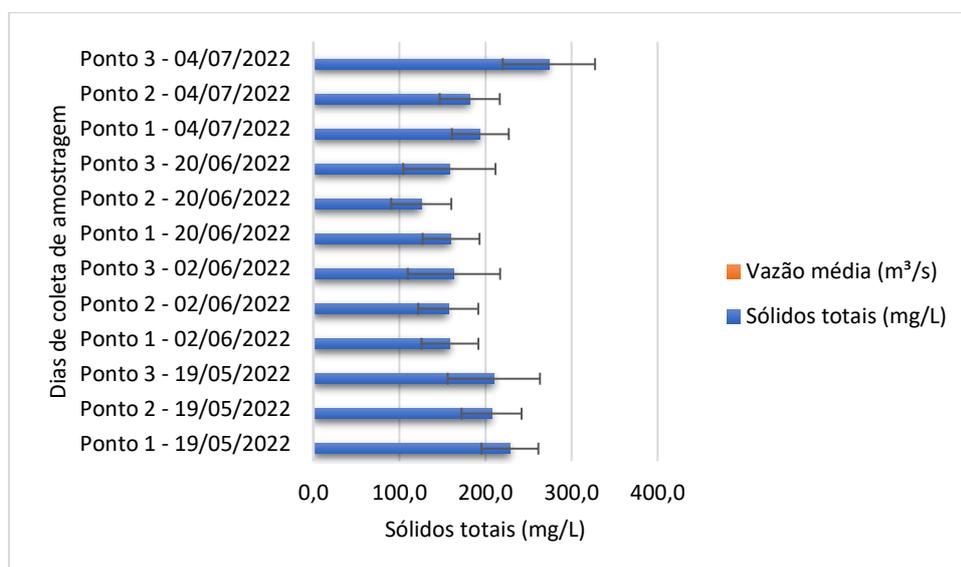
#### 4.1.3. Sólidos totais

Os sólidos totais (ST) são os resíduos totais que ficam na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em

estufa. Através da medição da vazão, é possível indicar o transporte conjunto de todos os seus componentes, tais como matéria sólida, microrganismos, poluentes químicos.

O valor limite conforme a Resolução Conama 357/2005 é de 500 mg/L para todas as classes, portanto, deve-se avaliar outros parâmetros para poder classificar a água. Os valores encontrados são considerados baixos, pois o maior valor identificado foi de 273,7 mg/L no terceiro ponto de amostragem, visto que teve ocorrência de chuva no dia da coleta. Segundo Barreto *et al* (2009) a concentração de sólidos totais aumenta com a interferência das chuvas, pois ocorre a lixiviação dos minerais presentes no solo a beira dos rios, e processos erosivos. Os pontos de menores valores de ST foram onde tiveram os maiores valores de vazão. Na figura 11, está representado também o desvio padrão (DP), o qual mede o grau de variação dos três pontos de amostragem, quanto menor o desvio padrão mais homogênea é a amostra. O ponto 1 foi o que obteve menor desvio padrão.

Figura 11 – Dados dos sólidos totais e vazão em m<sup>3</sup>/s, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

#### 4.1.4. Sólidos fixos e voláteis

Os sólidos totais fixos (STF) são os resíduos fixos, porção dos sólidos (totais, suspensos ou dissolvidos) que resta após a ignição ou calcinação no forno mufla.

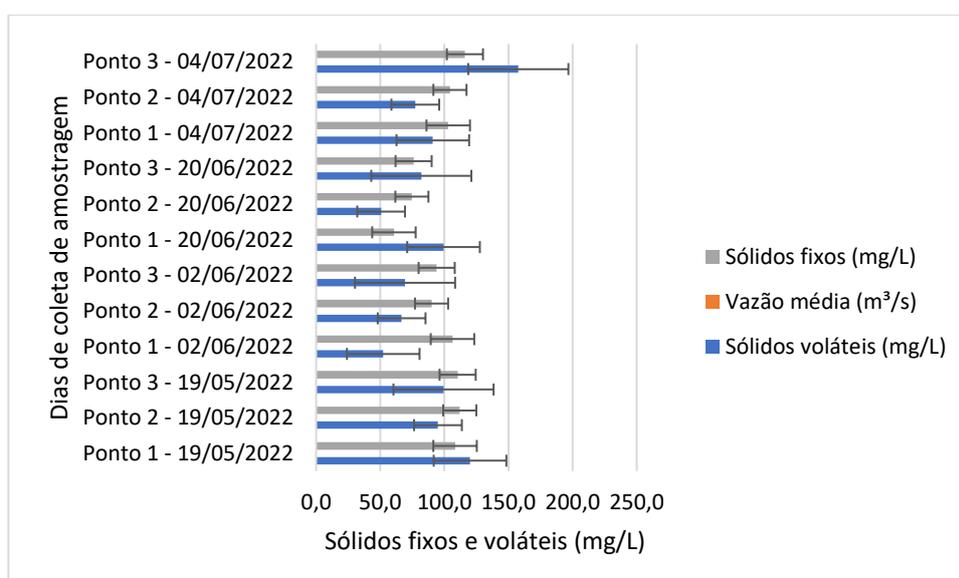
Segundo estudos feito por Nunes *et al* (2015) água se encontra em estado normal quando os valores dos sólidos totais fixos são maiores que os sólidos totais voláteis (STV).

Quando os sólidos voláteis são maiores que os fixos, significa que possui matéria orgânica na água.

Na figura 12, está representado também o desvio padrão (DP) do STF e do STV, o qual mede o grau de variação dos três pontos de amostragem, quanto menor o desvio padrão mais homogênea é a amostra. O ponto 2 foi o que obteve menor DP.

Os STV apresentam uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos. Pode-se determinar que todos os pontos de coleta tiveram sólidos voláteis maiores que os fixos, como é um local que possivelmente sofre intensa descarga de esgoto doméstico das residências próximas, pois o bairro não possui rede coletora de tratamento de esgoto, como já foi citado. O maior valor encontrado de STV foi de 157,7 mg/L e de STF foi de 116,0 mg/L, ambos no ponto 3 de amostragem, devido ao lançamento de efluentes observado em locais próximos ao terceiro ponto de coleta. Os pontos de menores valores de STV e STF foram os que tiveram maiores valores de vazão.

Figura 12 – Dados dos sólidos totais voláteis, fixos, desvio padrão e vazão em m<sup>3</sup>/s, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

#### 4.1.5. Condutividade elétrica

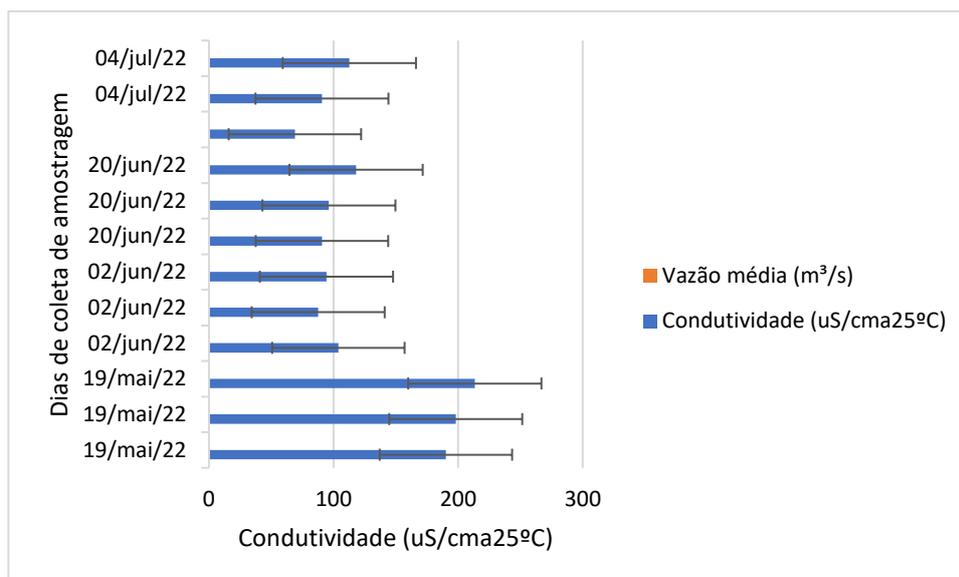
Pode-se observar que o maior valor obtido foi de 213,40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C no ponto 3 de amostragem. Vale ressaltar que esse terceiro ponto, é o ponto mais baixo do trecho do rio em estudo, e também foi observado o possível lançamento de efluentes em locais próximos a este terceiro ponto de coleta.

Segundo Barreto *et al* (2009) condutividade muda em função das condições climáticas (periodicidade de precipitação), sendo menor no período chuvoso devido ao aumento do fator de diluição dos íons, entretanto quando ocorre o lançamento de efluentes domésticos ou industriais, os valores se elevam independentemente das condições climáticas.

Não existe um padrão de condutividade na legislação, porém segundo von Sperling (2007), a condutividade das águas naturais encontra-se entre 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Portanto, nos três pontos de coleta de amostragem foram encontrados valores acima de 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nessa análise, o que evidencia a possível influência do efluente doméstico como fonte potencial de contaminação do corpo hídrico em estudo, devido a contribuição elevada de matéria orgânica, patógenos e nutrientes (MARCHESAN *et al.*, 2009), e também causado pelas condições climáticas do período de coleta das amostragem (estação chuvosa), o qual irá contribuir para o aumento da condutividade. O ponto 3, de maior valor de condutividade, teve o menor valor de vazão. O desvio padrão foi calculado para ver a homogeneidade das amostras em cada ponto de coleta. O menor DP observado foi do ponto 1.

A condutividade em função da vazão média e desvio padrão, das três amostragens nos quatro dias de coleta, está apresentada na figura 13.

Figura 13 – Dados de condutividade elétrica em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25°C, desvio padrão e vazão, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

## 4.2 PARÂMETROS QUÍMICOS

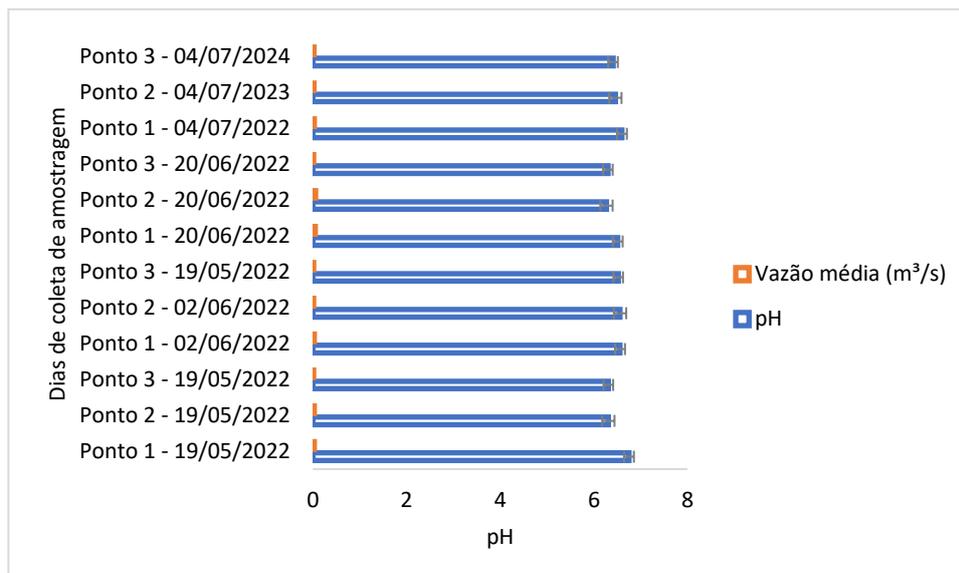
### 4.2.1. pH

A figura 14 encontram-se os resultados de pH, vazão média e desvio padrão.

Pode-se observar que os valores de pH não tiveram muita variação. O valor mínimo foi de 6,27 e o maior foi de 6,75, observando valores de pH mais ácidos. Analisando o primeiro dia de coleta de amostragem e o último, não teve alterações significativas. A amostragem de menor valor de pH foi onde teve o maior valor de vazão.

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, enquadra-se na classificação classe 1, o qual prevê para essa classe um valor de pH entre 6,0 a 9,0. Segundo o CONAMA 430/2011, para todas as classificações, o valor do pH deve estar entre 5,0 e 9,0. O pH é inversamente proporcional a matéria orgânica, ou seja, quanto menor o valor do pH maior a quantidade de matéria orgânica disponível. Portanto através dos valores encontrados nos pontos de coleta, nota-se que os pontos 2 e 3 de amostragem, apresentam maiores quantidades de matéria orgânica. O menor desvio padrão observado foi do ponto 1.

Figura 14 - Dados de pH, vazão em m<sup>3</sup>/s e desvio padrão, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

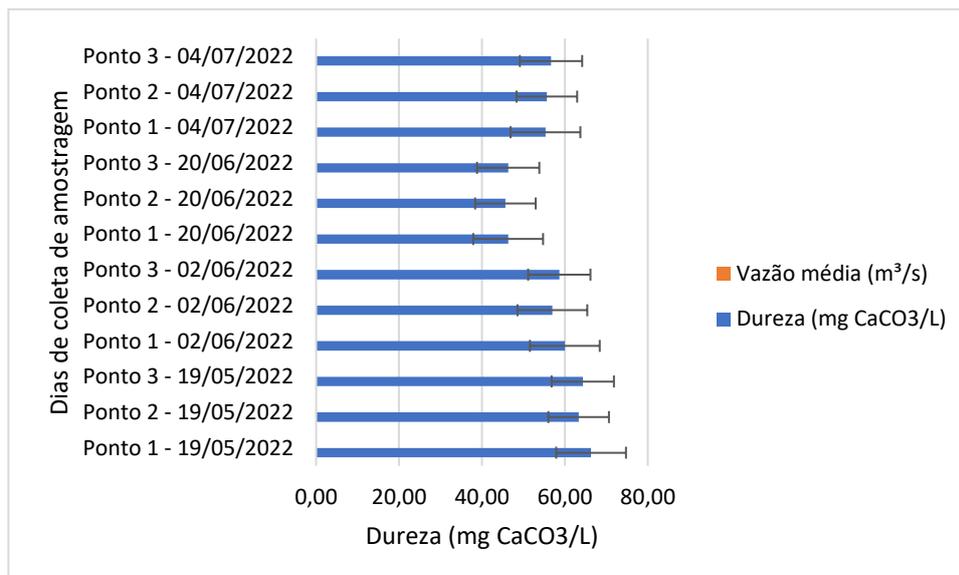
#### 4.2.2. Dureza

A dureza da água é dada pela elevada concentração de minerais na água, como por exemplo os bicarbonatos, e os cloretos de cálcio e magnésio. Os resultados estão representados na figura 15.

O parâmetro variou entre 45,67 e 66,33 mg/L, e que segundo a Portaria GM/MS Nº 888/2021, o limite é de 500 mg/L, portanto os valores observados em estudo estão dentro do permitido. Pode-se observar que as condições climáticas do período de coleta das amostragens (estação chuvosa), aumenta a diluição dos compostos dissolvidos, contribuindo para o baixo valor de dureza.

Como as amostras apresentam resultados acima de 50 mg/L, segundo Souza (2007) valores entre 50 a 150 mg/L são consideradas dureza moderada. O ponto de amostragem de menor valor de dureza (45,67 mg/L) foi onde teve o maior valor de vazão. O menor valor de desvio padrão encontrado foi no ponto 2 de coleta de amostragem.

Figura 15 - Dados de dureza em mg CaCO<sub>3</sub>/L, vazão em m<sup>3</sup>/s, e desvio padrão, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

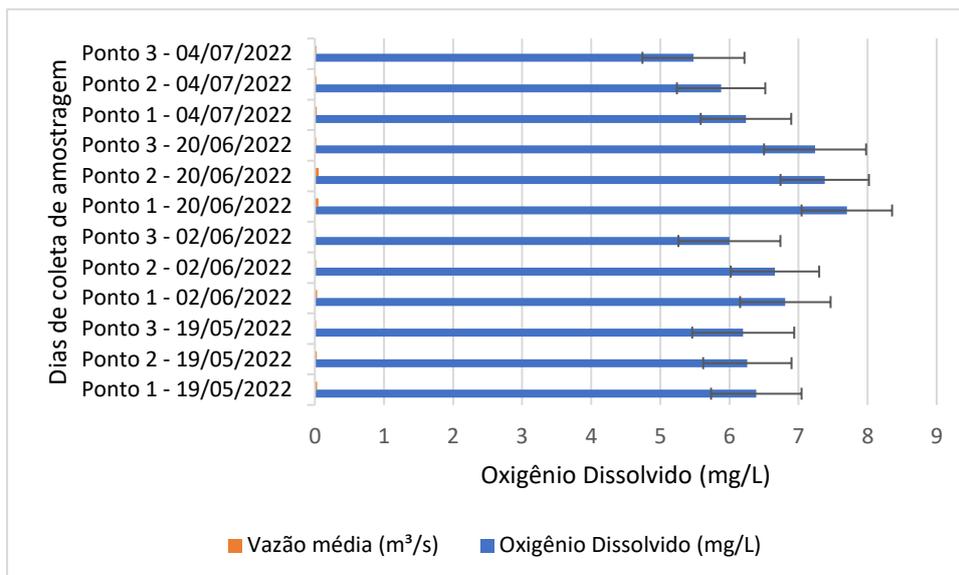
#### 4.2.3. Oxigênio Dissolvido

A figura 16 apresenta os resultados de oxigênio dissolvido (OD), vazão média e desvio padrão.

Os menores valores de OD foram observados no ponto 3 de amostragem, onde tiveram os menores valores de vazão. Segundo von Sperling (2007) quando há lançamento de efluentes domésticos ou industriais o oxigênio dissolvido encontra-se em concentrações baixas.

O menor valor encontrado foi de 5,48 mg/L, no terceiro ponto de amostragem, e de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, enquadra-se na classe 2, que nesta classificação, o valor não pode ser inferior a 5 mg/L. Com esse baixo valor, portanto é possível que ocorra despejos de efluentes no rio, o que prejudica a sobrevivência de espécies aquáticas, pois o OD promove a respiração da população aquática. Se a DBO foi elevada, será preciso grandes taxas de oxigênio dissolvido para oxidá-la (GASTALDINI; OPPA, 2011).

Figura 16 - Dados de oxigênio dissolvido em mg/L, vazão em m<sup>3</sup>/s e desvio padrão, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

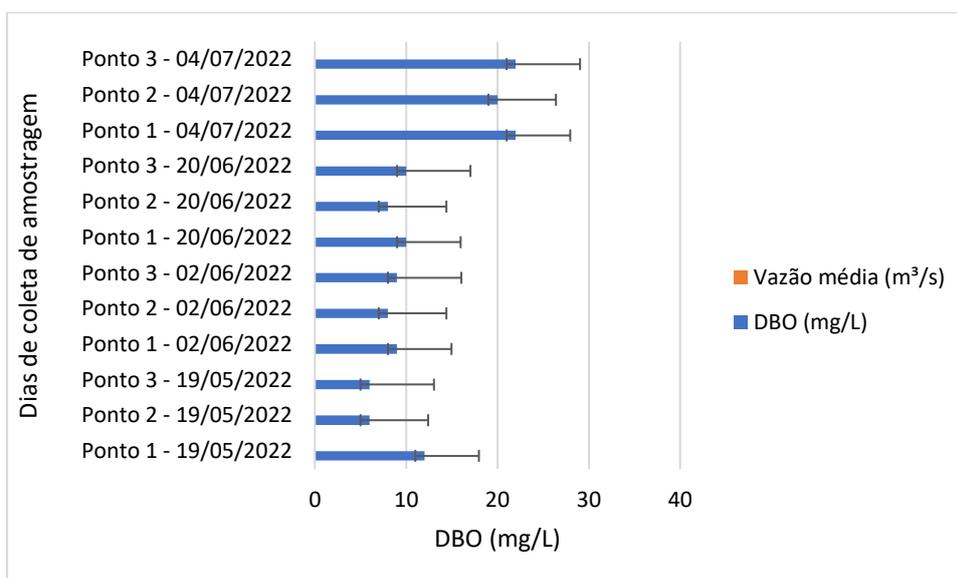
#### 4.2.4. DBO

A figura 17 encontram-se os resultados da demanda bioquímica de oxigênio (DBO), vazão média e desvio padrão.

Pode-se observar que os maiores valores foram de 20 e 22 mg/L no ponto 2 e 3 respectivamente, onde tiveram os menores valores de vazão. A Resolução CONAMA 357/2005 apresenta valor máximo de DBO até 10 mg/L na classe 4, portanto o valor no trecho analisado está acima do que prevê na legislação. Esse corpo d'água pode estar sujeito a despejos de esgotos domésticos, visto que o bairro não apresenta tratamento de esgoto. Já conforme o CONAMA 430/2011, a classe do corpo hídrico receptor de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgoto sanitário, prevê uma DBO máxima de 120 mg/L, portanto o valor encontrado está abaixo do permitido, enquadrando-se na meta do corpo receptor.

A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para que os microrganismos degradem a matéria orgânica presente no ambiente aquático. Essa degradação ocorre pela respiração, por isso está relacionada ao OD, temperatura e vazão, não podendo haver DBO em excesso em menores vazões de água. Quando isso acontece, observa-se a redução de espécies aquáticas (GASTALDINI; OPPA, 2011). O menor DP encontrado foi do ponto 1.

Figura 17 - Dados da DBO em mg/L, vazão em m<sup>3</sup>/s e desvio padrão, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

### 4.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

#### 4.3.1. Coliformes totais e coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)

A figura 18 encontra-se os resultados dos coliformes totais, coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), vazão média e desvio padrão.

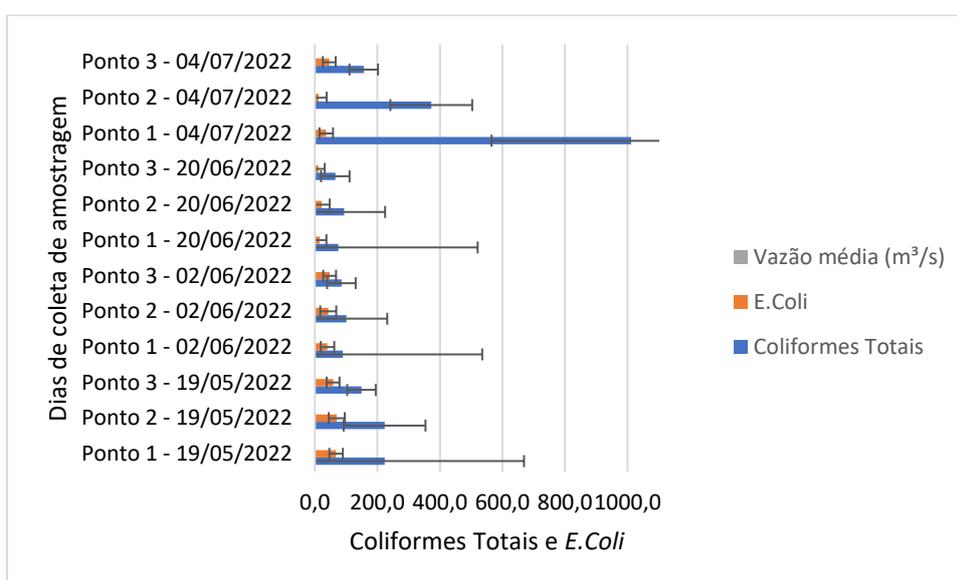
Segundo Souza (2007) a constatação de coliformes totais inclui representantes de origem fecal e não-fecal. Os coliformes termotolerantes têm como principal representante a *Escherichia coli*. (*E.coli*), de origem fecal, os quais podem apresentar microrganismos patogênicos.

Segundo Castro *et al* (2007) sua existência na água caracteriza a presença de esgoto doméstico, o qual pode ser responsável pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, como febre tifoide, desintéria bacilar, entre outros.

O *Escherichia coli*. foi identificado em todos os pontos de análise. Os pontos 2 e 3 de amostragem obtiveram os maiores valores de *E.coli*, e os menores valores de vazão. Conforme a Resolução CONAMA 357/2005, os valores encontrados nos trechos em estudo, enquadram-se na classe 1, pois os valores não ultrapassam os 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros estabelecidos para essa classe.

Esses resultados, podem estar relacionados a estação climática no qual foi realizado o estudo (estação chuvosa), no qual aumenta o fator diluição da água. O ponto de amostragem que apresentou menor desvio padrão de coliformes totais foi o ponto 3, o qual pode-se concluir que foi o mais homogêneo dos resultados das amostras, e o que apresentou menor DP de coliformes termotolerantes foi o ponto 1.

Figura 18 - Dados do coliformes totais, *Escherichia coli* e vazão em m<sup>3</sup>/s, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.

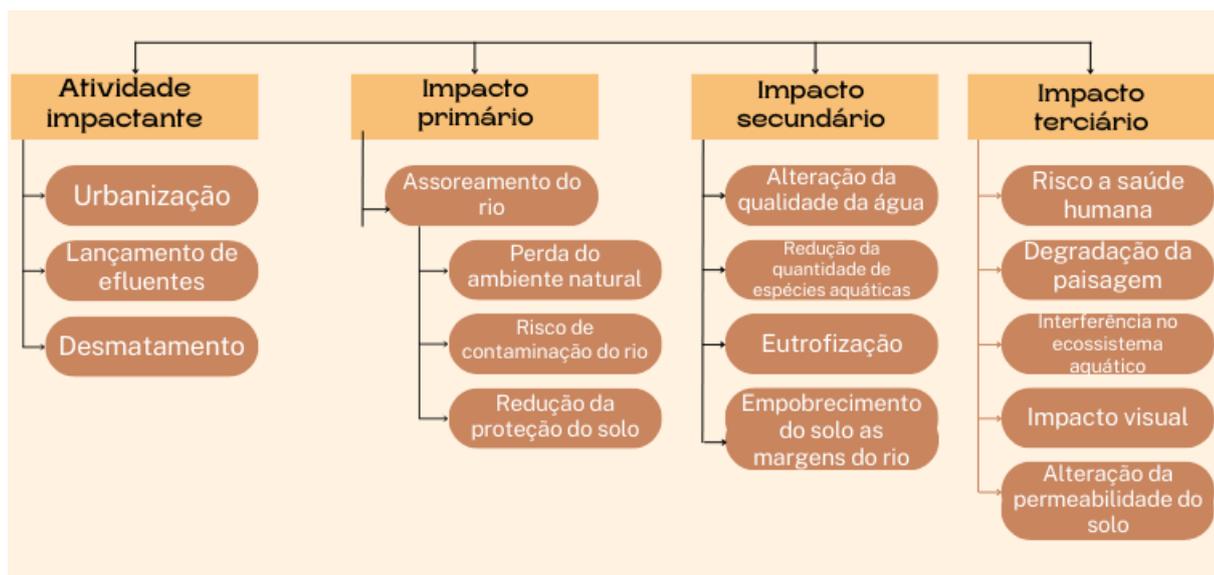


Fonte: Autora.

#### 4.4 AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL

O método de avaliação de impacto ambiental utilizado foi redes de interação, “networks”, o qual permitiu identificar a sucessão de impactos ambientais negativos retratados na figura a seguir. Foram observados os mesmos impactos ambientais para os três pontos de coleta.

Figura 19 – Rede de interação dos impactos ambientais referentes aos pontos de coleta de amostragem, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

Segundo Gracioli e Rocha (2008), a forte urbanização, o lançamento de efluentes no rio devido à falta de saneamento básico na área em estudo (bairro Camobi), e o desmatamento, causam diversas degradações e impactos ambientais (negativos) primários, como por exemplo a perda do ambiente natural, assoreamento do rio, risco de contaminação do solo, redução da proteção do solo. Esses impactos primários, conseqüentemente acarretam os impactos secundários, como a alteração da qualidade das águas dos rios, redução da quantidade de espécies aquáticas, eutrofização, empobrecimento do solo as margens do rio.

Os impactos de ordem terciária, são referentes aos prejuízos ao meio antrópico (riscos a saúde humana), a fauna e a flora, causando a degradação da paisagem, interferência no ecossistema aquático no qual foi observado nos dias de coleta de amostragem a ausência de espécies aquáticas no rio, e a alteração da permeabilidade do solo, no qual aumenta a passagem/infiltração de água no solo. Foi observado que no segundo ponto de coleta de amostragem, devido ao aumento da permeabilidade do solo e possíveis desmoronamentos e deslizamentos de terra, foi necessário instalar uma contenção de talude, como mostra a figura a seguir.

Figura 20 – Contenção de talude referente ao segundo ponto de coleta de amostragem, no trecho urbano do rio Vacacaí-Mirim, bairro Camobi, Santa Maria.



Fonte: Autora.

## 5 CONCLUSÃO

Os parâmetros físico-químicos e biológicos analisados nesse estudo mostram valores dentro do padrão de qualidade, para usos menos exigentes, estabelecida pela resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005), CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011) e Portaria GM/MS Nº 888/2021 (BRASIL, 2021). As águas são classificadas e enquadradas segundo sua qualidade para destinar os seus usos.

Os valores encontrados de sólidos totais são considerados baixos, pois o maior valor identificado foi de 273,7 mg/L no ponto 3 de amostragem, e o valor limite conforme a Resolução Conama 357/2005 é de 500 mg/L para todas as classes, portanto, deve-se avaliar outros parâmetros para poder classificar a água. No ponto 3

de amostragem também foram observados os maiores valores de cor (118,1 uC), turbidez (24 NTU), oxigênio dissolvido (7,24 mg/L), condutividade elétrica (213,40 uS/cm a 25°C), sólidos totais (273,7 mg/L), sólidos fixos (116,0 mg/L) e voláteis (157,7 mg/L), dureza (65,33 mg CaCO<sub>3</sub>/L) e DBO (22 mg/L) o qual pode-se notar que é o trecho de piores condições qualitativas do rio, devido ao possível despejo de efluente no rio, que ocorre próximo ao ponto de coleta. Entretanto apenas os parâmetros cor, condutividade elétrica e DBO ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação.

De acordo com o estudo feito, pode-se determinar que a precipitação influencia direta e indiretamente a qualidade da água de um corpo hídrico. As coletas de amostragens realizadas em estação chuvosa, aumenta o fator diluição da água, devido ao aumento da quantidade de solvente, o que auxilia a maioria dos parâmetros analisados manterem-se dentro do permitido pelas legislações utilizadas. Entretanto, todos os pontos de coleta de amostragem tiveram sólidos voláteis maiores que os sólidos fixos, e tiveram a presença de coliformes termotolerantes, o que podemos concluir que provavelmente a região seja afetada pela alta carga de despejos de efluentes e/ou resíduos sólidos no rio, em função do aumento da população no bairro Camobi e a falta de tratamento de esgoto.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, A. J. C. D.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M.; ZOCOLER, J. L. Medição de velocidade e vazão em cursos d'água: **Molinete hidrométrico versus método do flutuador**. Ilha Solteira, SP, 2010. Disponível em: [https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/conird2010\\_junior.pdf](https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/conird2010_junior.pdf). Acesso em: 24 jan. 2023.

AMBIENTAL ANÁLISE. **Procedimento para análise da DBO**. Disponível em: <https://ambientalanalise.blogspot.com/2013/02/analise-da-dbo-demanda-biologica-de.html>. Acesso em: 02 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.664: Águas – Determinação de resíduos (sólidos) – Método gravimétrico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

BARRETO, L. V.; ROCHA, F. A.; OLIVEIRA, M. S. C. **Monitoramento da qualidade da água na microbacia hidrográfica do rio Catolé, em Itapetinga-BA**. 2009. Curso de Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Goiânia, 2009. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2009B/monitoramento%20da%20qualidade.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

BOBADILHO, R. S. **A problemática dos rios urbanos costeiros: entraves e possibilidades para a qualidade ambiental e social**. 2014. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento costeiro) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

BRASIL. **Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017**. Consolidação das normas sobre as ações e aos serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria\\_Consolidacao\\_5\\_28\\_SETEMBRO\\_2017.pdf](http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf). Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Anexo X. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2011. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html). Acesso em: 01 jan. 2023.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 29 set. 2017. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 23 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília-DF, 1986. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília-DF, 2005. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfda\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf). Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução Conama nº 430, de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 24 fev. 2022.

CASTRO, A. M. V.; QUEIROZ, A. L. M.; ARAÚJO, E. L. B.; NASCIMENTO, G. S. M.; JESUS, I. A. VASCONCELOS, M. A. A.; CABRAL, T. M. A.; NASCIMENTO, G. G. **Parâmetros microbiológicos de águas de rios coletadas em alguns municípios da Paraíba.** Paraíba, 2007. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/iniciacao/documentos/anais/7.TECNOLOGIA/7CTDTQAMT01.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2023.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS VACACAÍ E VACACAÍ-MIRIM. Plano de bacia Vacacaí-Vacacaí Mirim. Planos de Bacia do Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento. **Fase A – Diagnóstico. Diagnóstico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacai - Vacacaí-Mirim.** Versão 1, p.360. Out. 2021.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v.13, n.5, p. 3821-3830, 2014.

DEPARTAMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO. **Planos de Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim.** Porto Alegre: DRHS, 2021.

DIÁRIO SM. **Deni Zolin: canalização que levará esgoto de Camobi para ser tratado já tem trechos em obras.** Santa Maria, RS. 2022. Disponível em: <https://diariosm.com.br/canalizacao-que-levara-esgoto-de-camobi-para-ser-tratado-ja-tem-trechos-em-obras/>. Acesso em: 01 jan. 2023.

FUSATI. **O que é turbidez da água?** Disponível em: <https://www.fusati.com.br/o-que-e-turbidez/#:~:text=A%20turbidez%20%C3%A9%20a%20condi%C3%A7%C3%A3o,%C3%A9%20essencial%20aos%20organismos%20vivos>. Acesso em: 01 ago. 2022.

GASTALDINI, M. 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**, Santa Maria, v.16, n.1, jan/mar, 2011.

GOOGLE EARTH: Google Earth website. <https://earth.google.com/>. 2022.

GRACIOLI, C. R.; ROCHA, J. S. M. Impactos ambientais na microbacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim em Santa Maria, RS. **Revista Ambientia**, Santa Maria, v.4, n.2, p. 251-263, 2008.

IBAMA. **Avaliação de impacto ambiental: Agentes sociais, procedimentos e ferramentas.** Brasília, DF: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1995. Disponível em: <http://www.blogdocancado.com/wp-content/uploads/2011/02/AIA.pdf>. Acesso em: 5. fev. 2022.

MACHADO, V. S. **Princípios de Climatologia e Hidrologia.** Porto Alegre: SAGAH, 2017. *E-book*. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595020733/pageid/1>. Acesso em: 30 dezembro 2021.

MARCHESAN, E.; SARTORI, G. M. S.; REIMCHE, G. B.; AVILA, L. A.; ZANELLA, R.; MACHADO, S. L. O.; MACEDO, V. R. M.; COGO, J. P. Qualidade de água dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.7, p.2050-2056, out, 2009.

MEIER, M. A.; FOLETO, E. M. A gestão das águas no Rio Grande do Sul: Implementação dos instrumentos de gestão no estado. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 19., **Anais** [...]. Maceió: ABRH, 2011. Disponível em: [https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/7fe361d1b479c1a0aeb307c81bda04ae\\_dd6bc55b9a26e708231082ef5f2c25c0.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/7fe361d1b479c1a0aeb307c81bda04ae_dd6bc55b9a26e708231082ef5f2c25c0.pdf). Acesso em: 30 dez. 2021.

MORAIS, C. D.; AQUINO, C. A. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. *In*: Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense. Santa Catarina, 5., **Anais** [...]. Santa Catarina: IFSC, 2016. Disponível em: <https://labhidrogeo.paginas.ufsc.br/files/2016/08/AIA-UMA-REVIS%C3%83O-DA-LITERATURA-SOBRE-AS-PRINCIPAIS-METODOLOGIAS.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2022.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/bacia-hidrografica.htm>. Acesso em: 30 dez. 2021.

NELSON, R. A. R. R. Da importância dos recursos hídricos e a organização administrativa para sua proteção. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, Macapá, n.9, p. 71-88, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/planeta/article/view/3194>. Acesso em: 13.jan.2022. DOI: 10.18468/planetaamazonia.2017n9.p71-88.

NUNES, J. A. S.; MIRANDA, S. A. F. Comparar dois métodos para a determinação da demanda bioquímica de oxigênio utilizando diversos ambientes aquáticos. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO INPA-CONIC. 3., 2014, Manaus. **Anais** [...]. Manaus: INPA, 2014. Disponível em: [https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4882/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/4882/1/pibic_inpa.pdf). Acesso em: 5 fev. 2022.

NUNES, R.I.; et al. Análise dos parâmetros físicos: Sólidos totais, sólidos sedimentáveis, sólidos totais dissolvidos e sólidos suspensos nas águas do Vale do Açu. **5º Encontro Regional de Química**. Rio Grande do Norte, v.3, n.1, nov. 2015. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemistryproceedings/5erq4enq/am17.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

PEREIRA JÚNIOR, J. S. **Recursos hídricos – Conceituação, Disponibilidade e Usos**. Brasília: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2004.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994. **Constituição do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 1995. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/10.350.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA. **Dados gerais das bacias hidrográficas**. Porto Alegre, RS. 2022. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/si-dados-gerais-bh-638f7ed6d5a76>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SILVA, L. P. **Hidrologia**: engenharia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. *E-book*. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595155510/epubcfi/6/2\[%3Bvnd.vst.idref%3Dcapa.xhtml\]/4/2/2%4039:1](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595155510/epubcfi/6/2[%3Bvnd.vst.idref%3Dcapa.xhtml]/4/2/2%4039:1). Acesso em: 30 dezembro 2021.

SOUSA, M. M. de; GASTALDINI, M. C.C. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Santa Maria, v.19, n.3, p. 263-274, 2014.

SOUZA, M. M. **Impactos das atividades antrópicas na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Vacacaí Mirim – RS**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2019.

SOUZA, W. A. **Tratamento de água**. Natal: CEFET/RN, 2007. *E-book* (85 p.) ISBN 978-85-8971-37-1.

WEATHER SPARK. **Histórico de condições meteorológicas no inverno de 2022 em Santa Maria**. 2022. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/h/s/29563/2022/3/Hist%C3%B3rico-das-condi%C3%A7%C3%B5es-meteorol%C3%B3gicas-no-inverno-de-2022-em-Santa-Maria-Brasil#Figures-PrecipitationProbability>. Acesso em: 12 fev. 2023.

VIBROPAC. **Determinação da turbidez pelo método nefelométrico**. Cotia, SP, 2017. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-turbidez/>. Acesso em: 26 fev. 2022.

XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS., 2010, Maranhão. **Anais** [...]. Maranhão: Universidade Federal do Maranhão. Tema: Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22915/15056>. Acesso em: 24 jan. 2023.