



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS

Evelyn Irene di Cenzo

**Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) da água em sub-bacia do Planalto de
Santa Catarina**

Curitibanos
2024

Evelyn Irene di Cenzo

Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) da água em sub-bacia do Planalto de Santa Catarina

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Agronomia do Campus de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Joni Stolberg, Dr.

Curitibanos

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cenzo, Evelyn Irene di
Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) da água
em sub-bacia do Planalto de Santa Catarina / Evelyn Irene
di Cenzo ; orientador, Joni Stolberg, 2024.
53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, , Curitibanos, 2024.

Inclui referências.

1. . 2. Recursos hídricos. 3. Rio Marombas. 4.
Coliformes termotolerantes. 5. Fósforo total. I. Stolberg,
Joni. II. Universidade Federal de Santa Catarina. . III.
Titulo.

Evelyn Irene di Cenzo

Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) da água em sub-bacia do Planalto de Santa Catarina

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheira Agrônoma e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Agronomia.

Curitiba, 27 de maio de 2024.

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Douglas Adams Weiler, Dr.
Coordenador do Curso

Banca examinadora

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Joni Stolberg, Dr.
Orientador

Insira neste espaço
a assinatura

Prof. Eduardo Martins Marques, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Insira neste espaço
a assinatura

Profa. Sonia Purin da Cruz, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Curitiba, 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram para a conclusão desse trabalho, em especial à minha família pelas palavras de apoio e incentivo, aos professores da UFSC que me guiaram ao longo do caminho, e à FAPESC pelo financiamento do projeto. Muito Obrigado!

“A ciência nunca resolve um problema sem criar pelo menos outros dez.”

(George Shaw, 1930)

RESUMO

O monitoramento da qualidade de água disponível nos corpos hídricos é de fundamental importância para o acompanhamento do atendimento aos usos preponderantes previstos no enquadramento dos recursos hídricos. O uso de índices como ferramenta de avaliação das condições da qualidade da água de corpos d'água auxilia no controle da poluição, já que permite uma análise integrada dos parâmetros monitorados. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da água superficial da sub-bacia do Rio Marombas utilizando o índice de conformidade ao enquadramento - ICE. Foram monitorados cinco pontos situados nos rios Marombas, das Pedras, Correntes, Passo do Marombas e Pessegueirinho, e seis parâmetros de qualidade da água superficial: turbidez, fósforo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH e coliformes termotolerantes. Foram realizadas campanhas bimensais de coleta durante o período de dezembro/2022 a outubro/2023 e o ICE calculado adotando-se como valores de referência aqueles correspondentes ao enquadramento das águas como Classe 2. Visando avaliar o impacto da precipitação no ICE dos pontos de coleta, foi realizado um estudo dos índices pluviométricos para o período, e esses valores foram comparados com a média histórica mensal de precipitação pluviométrica acumulada do Atlas climático da região sul do Brasil. Os resultados indicaram que os pontos de coleta situados nos rios Marombas, das Pedras e Correntes receberam classificação "Bom". O ponto em Passo do Marombas, que situa-se na área alagada da Usina Hidrelétrica São Roque, apresentou qualidade "Aceitável", sendo que a concentração de fósforo total estava acima do limite legal, indicando condições que favorecem o desenvolvimento de processo de eutrofização da água. A água superficial do Rio Pessegueirinho recebeu o menor valor do ICE ("Ruim"), resultado que pode ser associado à localização deste ponto em área de drenagem com uso urbano do solo. Dos parâmetros avaliados no índice, os Coliformes Termotolerantes apresentaram o maior número de amostras em desacordo com o enquadramento de Classe 2. Durante o período com o maior volume de chuva nas 24 horas antecedentes à coleta, observou-se uma redução no valor calculado do ICE, em todos os pontos de coleta. Concluiu-se que a aplicação do ICE mostrou-se uma estratégia eficiente na avaliação da qualidade da água da sub-bacia do rio Marombas. Visando a proteção dos recursos hídricos, é fundamental conscientizar a população sobre a importância da qualidade da água, bem como incentivar práticas de agricultura sustentável, como o plantio direto e o uso discriminado de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Palavras-chave: Recursos hídricos, rio Marombas, coliformes termotolerantes, fósforo total.

ABSTRACT

Monitoring the water quality available in water bodies is of fundamental importance for monitoring compliance with the preponderant uses expected within the framework of water resources. The use of Indices as a tool for evaluating the water quality conditions of water bodies helps control their pollution, as it allows an integrated analysis of the monitored parameters. The objective of this work was to evaluate the quality of surface water in the Marombas River sub-basin using the CCME Water Quality Index. Five points were monitored, located in the rivers Marombas, Pedras, Correntes, Passo do Marombas and Pessegueirinho, and six surface water quality parameters: turbidity, total phosphorus, dissolved oxygen, biochemical oxygen demand, pH and thermotolerant coliforms. Bimonthly collection campaigns were carried out during the period from December 2022 to October 2023 and the CCME WQI was calculated considering as reference values those corresponding to the classification of waters as Class 2. With the aim of evaluating the impact of precipitation on the CCME WQI of the collection points, a study of rainfall indices for the period was carried out, and these values were compared with the historical monthly average of accumulated rainfall from the Climate Atlas of the southern region of Brazil. The results indicated that the collection points located in the rivers Marombas, Pedras and Correntes received a “Good” rating. The point in Passo do Marombas, which is located in the flooded area of the hydroelectric power plant São Roque, presented “Acceptable” quality, with the concentration of total phosphorus being above the legal limit, indicating conditions that favour the development of the eutrophication process of the water. The surface water of the Pessegueirinho River received the lowest CCME value (“Bad”), a result that can be associated with the location of this point in a drainage area with urban land use. Of the parameters evaluated in the index, Thermotolerant Coliforms was present in the largest number of samples that did not comply with the Class 2 classification. During the period with the highest volume of rain in the 24 hours prior to collection, a reduction in the calculated CCME value was observed at all collection points. It was concluded that the application of the CCME WQI proved to be an efficient strategy in assessing water quality in the Marombas river sub-basin. Aiming to protect water resources, it is essential to raise awareness among the population about the importance of water quality, as well as encouraging sustainable agricultural practices, such as direct sowing and the responsible use of fertilizers and agricultural pesticides.

Keywords: Water resources, Marombas River, thermotolerant coliforms, total phosphorus.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Municípios da bacia hidrográfica do rio Marombas.....	23
Figura 2.	Pontos de coleta na sub-bacia do Rio Marombas.	26
Figura 3.	Resultados de ICE por ponto de coleta.....	31
Figura 4.	Pontos de coleta MC1 (A), RP2 (B) e RC3 (C).....	32
Figura 5.	Ponto de coleta MB4.	33
Figura 6.	Queda d'água a jusante do ponto de coleta PS5.	34
Figura 7.	Precipitação acumulada mensal no período de estudo (barras azuis) em comparação com a média histórica (barras vermelhas).....	38
Figura 8.	ICE durante o período com maior volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.....	39
Figura 9.	ICE durante o período com menor volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.....	39
Figura 10.	Turbidez por campanha em cada ponto de coleta.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valores de referência da legislação para as diferentes classes de água.....	19
Quadro 2. Faixas de classificação do ICE pela CCME (2017).....	21
Quadro 3. Áreas e proporções ocupadas com as classes de cobertura e uso para a sub- bacia do Rio Marombas.	25
Quadro 4. Descrição e localização geográfica dos pontos de coleta.	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Recomendação de adubação de fósforo das principais culturas na sub-bacia do Rio Marombas.	24
Tabela 2. Número de amostras que violaram os limites legais em cada ponto de coleta.	35
Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros de cada ponto de coleta.	36
Tabela 4. Número de amostras que violaram os limites legais em cada ponto de coleta durante o período com maior volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APHA	American Public Health Association
CCME	Canadian Council of Ministers of the Environment
CE	Condutividade elétrica
CETESB	Centro Tecnológico de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
HPO ₄ ⁻	Fosfato
ICE	Índice de Conformidade ao Enquadramento
IQA	Índice de Qualidade de Água
N	Nitrogênio
NH ₃	Amônia
NMP	Número Mais Provável
N ₂ O	Óxido nitroso
NO ₃ ⁻	Nitrato
NT	Nitrogênio total
OD	Oxigênio Dissolvido
ODi	Oxigênio Dissolvido Inicial
OMS	Organização Mundial da saúde
PCHs	Pequenas Centrais Hidrelétricas
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PT	Fósforo total
QGIS	Quantum Geographic Information System
RH4	Região hidrográfica 4
TB	Turbidez
UHE	Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS	12
1.1.1	Objetivo geral	12
1.1.2	Objetivos específicos	12
1.2	JUSTIFICATIVA.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	QUALIDADE DA ÁGUA E USO DO SOLO	15
2.2	LEGISLAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS.....	17
2.3	ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO	20
2.4	TERRITÓRIO DA SUB-BACIA DO RIO MAROMBAS.....	22
3	METODOLOGIA	26
3.1	LOCAIS E PROCEDIMENTOS DE COLETA	26
3.2	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE.....	27
3.3	CÁLCULO DO ICE.....	28
3.4	ANÁLISE DE COBERTURA E USO DO SOLO	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	ICE DA SUB-BACIA DO RIO MAROMBAS	31
4.2	INFLUÊNCIA DAS CHUVAS SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA	37
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – PLANILHAS DE CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO.....	52

1 INTRODUÇÃO

Os rios são fontes de um dos recursos naturais indispensáveis aos seres vivos, apresentando grande importância cultural, social e econômica, uma vez que a agricultura, a pecuária e as indústrias dependem da água para obterem seus produtos e a falta desse recurso gera graves consequências ambientais e sociais (ABEMA, 2021). Devido ao crescimento populacional e a mudanças nos padrões de consumo, o uso da água aumentou muito nos últimos anos, trazendo grandes preocupações, especialmente no que diz respeito à quantidade e qualidade das águas e sua disponibilidade (Konzen, 2023). A redução da qualidade da água impossibilita certos usos, o que, juntamente com a falta de planejamento estratégico, agravam o problema de escassez (Pessoa, Azevedo, Ribeiro, 2018).

Segundo Mello *et al.* (2020), a qualidade da água é afetada por diversas atividades humanas que estão relacionadas às diferentes maneiras pelas quais as paisagens são transformadas para beneficiar a sociedade humana, tais como: áreas de pastejo, agropecuária e silvicultura. As atividades agrícolas aumentam o fósforo, nitrogênio, nitrato, amônia e sedimentos em corpos d'água, por meio do uso inadequado de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Uma vez que a água é essencial para o desenvolvimento da vida, o enquadramento é um dos instrumentos-base de gestão das águas. Esse instrumento consiste em enquadrar os corpos d'água em classes de acordo com o uso preponderante, visando prevenir a poluição e assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes (Bitencourt, Fernandes, Gallego, 2019).

Nesse contexto, visando uma gestão eficiente das bacias hidrográficas, é necessário compreender a relação entre o uso da terra e a qualidade da água, o que inclui vários fatores temporais e espaciais, tais como as características da bacia hidrográfica e variações sazonais da temperatura e precipitação (Mello *et al.*, 2020). O monitoramento espaço-sazonal dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de água em corpos hídricos contribui para a avaliação da qualidade ambiental, pois se trata de uma atividade estratégica relevante para a conservação e gestão desses ecossistemas (Silva, Robrini, Freitas, 2023).

Segundo Noori *et al.* (2019), é fundamental realizar a gestão adequada dos recursos hídricos superficiais, sendo que o uso de índices de qualidade de água pode ser uma ferramenta simples e poderosa para avaliar o estado da qualidade da água em massas de água, permitindo examinar as alterações na qualidade da água ao longo do tempo e do espaço.

Um dos índices que pode ser utilizado é o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), elaborado pelo Conselho Canadense do Meio Ambiente no ano de 2001. O ICE é uma forma conveniente de resumir informações complexas sobre a qualidade da água, sendo que esse índice é facilmente calculado e suficientemente flexível para poder ser aplicado em diversas situações (CCME, 2017).

Dentre os ambientes hídricos passíveis de contaminação está a bacia hidrográfica do Rio Marombas, localizada no planalto catarinense (Lunardi, 2020). A Sub-bacia hidrográfica do rio Marombas fornece água para abastecimento industrial, irrigação para cultivos agrícolas, produção agropecuária e abastecimento público para dez municípios (Ortiz, 2022). Sendo assim, formula-se o questionamento central do presente trabalho: a qualidade das águas superficiais da sub-bacia do Rio Marombas atende aos usos preponderantes para águas de Classe 2 na sua região de abrangência?

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água superficial da sub-bacia do Rio Marombas utilizando o Índice de Conformidade ao Enquadramento.

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar parâmetros de qualidade de águas superficiais para diferentes cursos de água superficial na sub-bacia do Rio Marombas.
- Calcular o Índice de Conformidade ao Enquadramento por ponto de coleta.
- Relacionar os resultados à precipitação e uso e ocupação da terra na sub-bacia.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para Costa e Ferreira (2015), o monitoramento da qualidade e da quantidade de água disponível nos corpos hídricos é de fundamental importância, para que seja possível acompanhar a condição dos mesmos frente aos impactos e usos antrópicos. O uso de índices como ferramenta de avaliação das condições da qualidade da água de corpos d'água auxilia o controle da poluição dos mesmos, já que permite uma análise integrada de todos os parâmetros monitorados (Santos; Silva; Gomes; Pereira, 2020). Para Amaro (2009), a existência de um indicador que informe de maneira sintética a evolução temporal da condição de água com relação a sua situação de enquadramento pode agilizar o processo de tomada de decisão por parte dos responsáveis pelo gerenciamento dos recursos hídricos.

Segundo Santos (2021), o Índice de Qualidade da Água (IQA), embora amplamente difundido no Brasil, apresenta limitações. O IQA tem sua aplicação condicionada a um conjunto de nove parâmetros pré-definidos, e, caso não haja monitoramento de um dos parâmetros, seu cálculo é inviabilizado. Adicionalmente, de acordo com Santos, Silva, Gomes e Pereira (2020), o IQA não analisa o atendimento às legislações vigentes, sendo apenas um instrumento de comunicação com o público a respeito das condições de um corpo d'água.

Por outro lado, o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), desenvolvido pelo Conselho Canadense do Ministério do Meio Ambiente, em 2001, possibilita a classificação do corpo hídrico de acordo com o enquadramento de usos preponderantes proposto pela legislação, como previsto na Resolução CONAMA n° 357/2005 (Santos, 2021). A utilização do ICE é vantajosa devido à facilidade de aplicação, flexibilidade dos parâmetros utilizados, e por se tratar de uma ferramenta que permite agrupar um grande número de dados de qualidade de água em um único valor, facilitando a interpretação de dados (Pessoa, Azevedo, Ribeiro, 2018).

Nas últimas décadas, a região da sub-bacia do Rio Marombas passou por importantes alterações no uso da terra, que possivelmente alteraram a qualidade da água do rio. Segundo Sá (2019), nas terras da sub-bacia do Rio Marombas houve um aumento de 178,7% da área agrícola entre os anos de 1986 a 2017, sendo que o aumento das áreas agrícolas e das áreas de reflorestamento de *Pinus ssp.* e *Eucaliptus ssp.* na região ocorreu a partir da substituição das áreas de mata nativa (-41,27%) e campos (-54,73%). Essas modificações alteram o comportamento do escoamento superficial, a taxa de infiltração e o impacto das gotas de chuva, intensificando o processo erosivo.

Além disso, existem propostas de empreendimentos hidrelétricos na sub-bacia do rio Marombas, com mais oito pequenas centrais previstas, considerando que já existem quatorze em operação (ENGERA, 2021). Porém, devido ao tamanho reduzido das PCHs, existe a percepção dominante de que seus impactos ambientais são insignificantes, discurso que é observado principalmente em agentes favoráveis ao setor. Mesmo sendo consideradas fontes de energia renovável, as PCHs podem alterar importantes parâmetros da qualidade da água, como o aumento na concentração de fósforo, fato que impacta a biodiversidade aquática local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 QUALIDADE DA ÁGUA E USO DO SOLO

Segundo Menezes *et al.* (2016), o uso e a ocupação do solo alteram sensivelmente os processos físico-químicos e biológicos dos sistemas naturais. A redução da qualidade da água está relacionada, em grande parte, às atividades agropecuárias, bem como à supressão da vegetação natural ao longo dos anos (Costa; Barroso; Oliveira; Starling e Oliveira, 2022).

O Brasil contém o maior volume de água doce de qualquer nação do mundo; no entanto, esse recurso natural está passando por rápidos aumentos no consumo de água e redução da sua qualidade, principalmente devido às ações antrópicas, tais como mudanças no uso da terra e má distribuição (Mello *et al.* 2020). O trabalho realizado por Silva, Moraes e Silva (2016) mostrou que o aumento da quantidade de fertilizantes químicos empregados nas áreas das bacias alteraram significativamente a qualidade da água dos mananciais de abastecimento, sendo que a qualidade da água oscila quando não se tem uma boa gestão do uso do solo, e uma susceptibilidade erosiva alta ou moderada. A erosão do solo afeta a qualidade da água dos rios, sendo que um dos principais parâmetros de qualidade da água capaz de demonstrar impactos da erosão acelerada nos cursos fluviais é a turbidez, que aumenta em função do carreamento de sólidos em suspensão (Silva, 2019).

De acordo com Berlanda *et al.* (2021), dentre os fatores que contribuem para a poluição da bacia hidrográfica do rio Desquite, é possível citar a atividade silvícola realizada ao longo da extensão do rio, bem como a gestão inadequada dos efluentes domésticos e industriais. Os autores concluíram, em seu trabalho, que os valores de oxigênio dissolvido (OD), NH_3 , fósforo total e fenóis totais foram os mais relevantes ao longo do curso do rio, em face da variação das condições de uso e ocupação do solo. Sendo assim, os passivos ambientais originários de atividades antrópicas contribuem significativamente para mudanças na qualidade da água. A presença de Fósforo Total na água desempenha um papel crucial, pois está associado ao crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas, processo conhecido como eutrofização (Lana, 2020). As explosões de algas levam à falta de oxigênio na água, criando uma zona hipóxica que mata os peixes, camarões, e outras formas de vida aquática (Reetz, 2016).

O Oxigênio Dissolvido (OD) é essencial para a vida aquática, sendo necessário para a respiração dos organismos. De acordo com Ikejiri (2022), a concentração de saturação do OD, fixada em 9,2mg/L, é um referencial significativo: concentrações acima desse limite

podem sugerir a proliferação de algas. Por outro lado, valores abaixo desse patamar podem ser indícios de atividade bacteriana, que consome oxigênio em seus processos respiratórios durante a decomposição da matéria orgânica. Essa variação, conforme sua extensão, pode caracterizar a presença de poluentes (Ikejiri, 2022).

Para Silva, Duarte, Coelho, Guandique e Costa (2022), os estudos voltados à análise de uso e ocupação do solo podem fornecer informações relevantes no que se refere à qualidade da água, visto que atividades antrópicas desenvolvidas de forma inadequada deterioram as condições ecológicas em bacias hidrográficas. O trabalho realizado pelos autores objetivava avaliar a relação entre qualidade da água captada na represa Ipaneminha, no município de Sorocaba, com o uso da terra da bacia. Concluiu-se que o uso e ocupação do solo influenciaram diretamente na qualidade da água no manancial, sendo que nas áreas urbanas foram encontrados poluentes relacionados à contaminação pela deposição de contaminantes domésticos e industriais, o que aumentou as concentrações de Coliformes Termotolerantes, fósforo e DBO.

Para Konzen (2023), o uso e ocupação do solo dentro das microbacias e ao seu entorno pode influenciar nos resultados das análises de água. No estudo feito pelo autor, o lançamento de efluentes domésticos e industriais e o possível carreamento de fertilizantes agrícolas ao curso hídrico favoreceram a piora da qualidade da água nos pontos de coleta analisados nas microbacias do Lajeado Três Passos (RS). O lançamento de efluentes domésticos na água resulta no aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e dos Coliformes Termotolerantes (CT). A DBO é um indicador da quantidade de oxigênio consumido pelos microrganismos na decomposição da matéria orgânica presente na água, portanto níveis elevados de DBO indicam poluição orgânica, o que resulta na redução do oxigênio dissolvido na água, dificultando a manutenção de várias espécies aquáticas (Souza, 2022). Esse parâmetro é de fácil determinação, representando muito bem os aportes de efluente sanitário. Porém, nem todas as bacias tem suas maiores cargas poluidoras provenientes de efluentes domésticos, visto que existe ainda a poluição industrial, a de drenagem urbana, a oriunda da atividade agrícola, entre outras, cujas características demandam o estudo de diferentes parâmetros (Bitencourt, Fernandes, Gallego, 2019).

Os coliformes termotolerantes são um grupo de bactérias que predominam no sistema intestinal humano e de outros animais de sangue quente. A presença de coliformes termotolerantes é outro indicador crítico da qualidade da água, visto que sua detecção indica contaminação fecal e, em decorrência, apresenta uma potencialidade de transmitir doenças. (Konzen, 2023; Von Sperling, 2014).

A precipitação exerce uma influência significativa na qualidade da água de rios, já que a intensidade e frequência das chuvas podem aumentar o escoamento superficial, carreando sedimentos, nutrientes e poluentes para os corpos d'água. Esse processo resulta em alterações na sua cor e composição química e física, prejudicando as espécies aquáticas e comprometendo o uso desse recurso natural. Além disso, a precipitação pode desencadear eventos de enchentes e erosão, que contribuem para o carreamento de resíduos e contaminantes para os rios, agravando ainda mais os impactos na qualidade da água (BAUMINAS Águas, 2023).

A precipitação também é um fator importante na geração de turbidez de origem difusa em bacias rurais, devido a sua ação mecânica na desagregação, deslocamento e carreamento das partículas de solo (Loch, Brentano, 2020). A turbidez corresponde à redução da transparência da água, uma propriedade ótica que mede como a água dispersa a luz (Oliveira, Queiroz, 2018). Esse parâmetro é muito útil em análises ambientais em bacias hidrográficas, uma vez que é possível associá-lo ao uso e cobertura do solo, a fim de se detectar danos nos cursos d'água relacionados a atividades humanas (Silva, 2019). De acordo com Bezerra (2022), a alta turbidez prejudica a fotossíntese das plantas aquáticas, influenciando negativamente a vida aquática, além de afetar o uso doméstico, industrial e recreacional da água.

2.2 LEGISLAÇÃO E RECURSOS HÍDRICOS

Para minimizar os impactos da poluição e disciplinar os diferentes usos da água, os gestores de diversos países criaram leis ambientais que estabelecem conceitos e padrões de qualidade a serem seguidos (Santos, 2021). No Brasil, uma política nacional do meio ambiente foi estabelecida em 1981 com a promulgação da Lei Federal nº 6938 (Brasil, 1981). Nela, a poluição foi conceituada como:

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; e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o enquadramento pode ser conceituado como:

estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo.

De acordo com a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico - ANA (2023), o enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, sendo um importante instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade, e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão.

Muitos países não utilizam expressamente a denominação “enquadramento de corpos de água”, porém apresentam mecanismos legais que asseguram a manutenção da qualidade das águas avaliando parâmetros físicos, químicos e biológicos, como por exemplo o Canadá, que apresenta um conjunto de diretrizes com valores máximos permitidos para qualidade de águas, a depender do uso (Da Silva, Albuquerque, 2018).

No Brasil, os valores de referência dos padrões de qualidade da água, para as diferentes classes de água e seus respectivos usos, são estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, que classifica as águas doces em cinco categorias, sendo elas: Classe especial e Classes 1, 2, 3 e 4. As águas da classe especial são destinadas aos usos mais exigentes, portanto requerem excelente qualidade de água, não sendo permitido o lançamento de efluentes, ao passo que para as demais classes são admitidos níveis crescentes de poluição, sendo a Classe 1 com os menores níveis e a classe 4 com maiores níveis de poluição (ANA,2023).

A Classe 1 é destinada ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas. A Classe 2 corresponde às águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, à irrigação e à atividade de pesca. As classes 3 e 4 apresentam usos mais restritos, sendo que a Classe 3 é destinado ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais, ao passo que a Classe 4 é destinada apenas à navegação e harmonia paisagística (CONAMA, 2005).

De acordo com a Art. 42º da resolução do CONAMA (2005),

Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

O enquadramento é um instrumento aprovado no Plano de Recursos Hídricos de cada Comitê de Bacia Hidrográfica (Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997). A discussão e o estabelecimento da classe de enquadramento depende dos usos preponderantes do curso de água, que serão definidos dentro do Comitê da Bacia Hidrográfica, sendo que a aprovação final do enquadramento acontece no âmbito do Conselho Estadual ou do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, conforme o domínio do corpo de água.

O plano de Bacias do rio Canoas e afluentes do rio Pelotas, no que se insere a sub-bacia do rio Marombas, tem seu plano ainda em elaboração pelos órgãos públicos, visando nortear a gestão dos recursos hídricos da região (Comitê de Gerenciamento Bacia Hidrográfica do Rio Canoas, 2022). Visto que ainda não há enquadramento aprovado para as águas da sub-bacia do Rio Marombas, considera-se o enquadramento na Classe 2, conforme previsto na legislação em vigor (CONAMA, 2005). Nessa Classe o valor máximo permitido para turbidez e DBO é de 100 UNT e 5mg/L, respectivamente. A faixa de pH recomendada para todas as classes de água é de 6 a 9, e o OD não deverá ser inferior a 5 mg/L, considerando o enquadramento na Classe 2. O fósforo total apresenta diferentes valores de referência, a depender do ambiente hídrico em questão. Para o uso de recreação de contato secundário, o valor máximo permitido para Coliformes termotolerantes é de 1000 UFC/100mL, e se excedido esse limite a água não poderá ser utilizada para a dessedentação de animais criados confinados (Quadro 1).

Quadro 1. Valores de referência da legislação para as diferentes classes de água.

Parâmetro	Classe I	Classe II	Classe III
Fósforo total (ambiente lântico)	0,020 mg/L	0,030 mg/L	0,05 mg/L
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L	0,1 mg/L	0,15 mg/L
Coliformes termotolerantes (por 100 ml em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano)	200 UFC/100mL	1.000 UFC/100mL	2500 UFC/100mL
DBO (5 dias a 20°C)	até 3 mg/L O ₂	até 5 mg/L O ₂	até 10 mg/L O ₂
OD (mg/L de O ₂)	não inferior a 6	não inferior a 5	não inferior a 4
pH	6,0 a 9,0.	6,0 a 9,0.	6,0 a 9,0.
Turbidez (unidades nefelométrica de turbidez)	até 40 UNT	até 100 UNT	até 100 UNT

Fonte: CONAMA (2005).

2.3 ÍNDICE DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO

Existe uma grande variedade de indicadores que expressam aspectos parciais da qualidade das águas (Santos, 2021).

O Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE) é uma ferramenta que foi desenvolvido pelo Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), que combina matematicamente todas as medidas de qualidade da água em um único indicador, tornando seu parecer de fácil compreensão.

A metodologia do ICE não define um número específico de parâmetros a ser utilizados no cálculo do índice, como no caso do IQA, embora seja recomendado que sejam utilizados, no mínimo, quatro parâmetros amostrados pelo menos quatro vezes por ano (CCME, 2017). Segundo Pessoa, Azevedo e Ribeiro (2018), à medida que se incluem mais parâmetros, os resultados encontrados são mais estáveis, porém a inclusão de muitos parâmetros que raramente ultrapassam os limites de qualidade pode alterar os resultados do ICE para que estes se tornem mais positivos. Portanto, a seleção dos parâmetros depende da finalidade da análise e da disponibilidade de dados (Costa; Barroso; Oliveira; Starling; Oliveira; 2022).

Apesar da análise por meio do ICE não permitir a identificação de quais parâmetros são prioritários e também não identificar as causas dos impactos, nota-se que a aplicação do ICE permite um rápido diagnóstico da situação dos corpos d'água em relação às suas metas de qualidade, identificando os trechos críticos e a evolução temporal, auxiliando no planejamento e na verificação da efetividade das ações tomadas na bacia (Pessoa, Azevedo, Ribeiro, 2018).

Esse índice é uma ferramenta muito útil porque traz informações completas, como descrever o estado da coluna de água, dos sedimentos e da vida aquática, e identificar a adequação da água para uso pelos seres humanos e pela vida selvagem (CCME, 2017). É um indicador utilizado em diversos países, incluindo o Brasil, pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2012).

De acordo com Santos (2021), o cálculo do ICE se dá através da determinação de três fatores: abrangência (representação do número de variáveis de qualidade da água que violaram os limites desejáveis ao menos uma vez no período de observação), frequência (representa a porcentagem de vezes que as variáveis de qualidade da água estiveram em desconformidade em relação ao número de observações) e amplitude (representa a quantidade pela qual o valor testado falhou).

Amaro (2009) propôs uma classificação de ICE, onde o resultado de ICE menor que 45 é considerado ‘não conforme’, de 45 a 80 é considerado ‘afastado’ e de 80 a 100 é considerado ‘conforme’.

Segundo uma classificação mais recente, desenvolvida pelo CCME (2017), esse índice resulta em um número entre 0 (pior qualidade da água) e 100 (melhor qualidade da água). Uma vez que o índice é calculado, a qualidade da água pode ser classificada em uma das cinco categorias descritivas para simplificar a apresentação, sendo elas: Excelente, Bom, Aceitável, Ruim e Péssimo (Quadro 2).

Quadro 2. Faixas de classificação do ICE pela CCME (2017).

(95-100) Excelente	A qualidade da água é protegida, com ausência virtual de ameaças ou impactos; condições muito perto dos níveis naturais.
(80-94) Bom	A qualidade da água é protegida, apresenta um pequeno grau de ameaça ou impacto; as circunstâncias ocorrem raramente nos níveis naturais ou desejáveis.
(65-79) Aceitável	A qualidade da água geralmente é protegida, mas ocasionalmente ameaçada ou impactada; as circunstâncias às vezes divergem nos níveis naturais ou desejáveis.
(45-64) Ruim	A qualidade da água está frequentemente ameaçada ou impactada; as circunstâncias frequentemente se afastam dos níveis naturais ou desejáveis.
(0-44) Péssimo	A qualidade da água quase sempre está ameaçada ou impactada; as circunstâncias estão distantes dos níveis naturais ou desejáveis.

Fonte: Santos (2021).

Atualmente, há diversos estudos de aplicabilidades do ICE na análise das águas brasileiras. O trabalho de Santos (2021) utilizou o ICE para analisar a qualidade da água das bacias hidrográficas do rio Ratoes e do Saco Grande, em Florianópolis/SC. Segundo o autor, existem desafios no Brasil relacionados à ocupação populacional na zona costeira devido à falta de planejamento, resultando na degradação do ecossistema da região. Visto que o IQA apresenta limitantes à utilização em áreas costeiras com águas salobras, o uso do ICE ocorreu por permitir adaptações conforme os usos preponderantes na bacia. Nesse trabalho, utilizou-se a classificação proposta por Amaro (2009). Através do cálculo do ICE, o autor observou que os afluentes que estão mais perto de centros urbanos têm uma classificação mais baixa, devido ao despejo de resíduos domésticos, e também em áreas rurais, por serem mais sensíveis à poluição cotidiana. Concluiu-se que a aplicação do método ICE apresentou-se promissora, e que as águas das duas bacias estão majoritariamente enquadradas como “Não Conforme” e “Afastado” da Classe 2.

O estudo realizado por Costa, Barroso, Oliveira, Starling e Oliveira (2022) buscou avaliar a qualidade das águas de dois grandes reservatórios e seus principais tributários: as usinas hidrelétricas Emborcação e Nova Ponte, em Minas Gerais. Para isso, dados secundários

foram avaliados por meio da técnica estatística multivariada análise de *cluster* (AC), seguida de testes não paramétricos, além do cálculo dos índices de conformidade ao enquadramento (ICE) e de estado trófico (IET). Concluiu-se que a aplicação do ICE resultou, no geral, em índices classificados como bons e excelentes, indicando adequação da qualidade das águas em relação aos usos propostos para a Classe 2 de enquadramento, e que os dois eventos de ICE ruins, obtidos em 2013 e 2014, poderiam estar relacionados com o período de escassez hídrica, indicando que o regime de chuvas impacta na qualidade da água.

Outro trabalho, realizado por Bortolin, Guerra, Peresin, Mendes e Schneider (2013), utilizou o ICE para avaliar a situação de um trecho da bacia hidrográfica do Rio São Marcos, no Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos atestam a relação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água, visto que o ponto de coleta no qual os padrões de qualidade foram mais frequentemente violados situa-se no Arroio Faxinal, que drena áreas com relevante atividade antrópica no município de Caxias do Sul. Concluiu-se que a qualidade da água está relacionada ao uso que se faz dela, bem como à ocupação do solo da bacia.

O estudo realizado por Santos, Silva, Gomes e Pereira (2020) utilizou o índice ICE para obter um panorama no nível de poluição do Ribeirão Espírito Santo. Segundo os autores, a atividade agropecuária em um dos pontos de coleta pode ter contribuído significativamente para que alguns parâmetros se apresentassem em desconformidade com o padrão exigido. Concluiu-se que todos os pontos analisados não estavam em conformidade com as classes de enquadramento propostas (Classe 1 das nascentes até o ponto de captação, e Classe 2 nos demais pontos), já que se encontravam classificados nas categorias de ICE “regular” ou “ruim”.

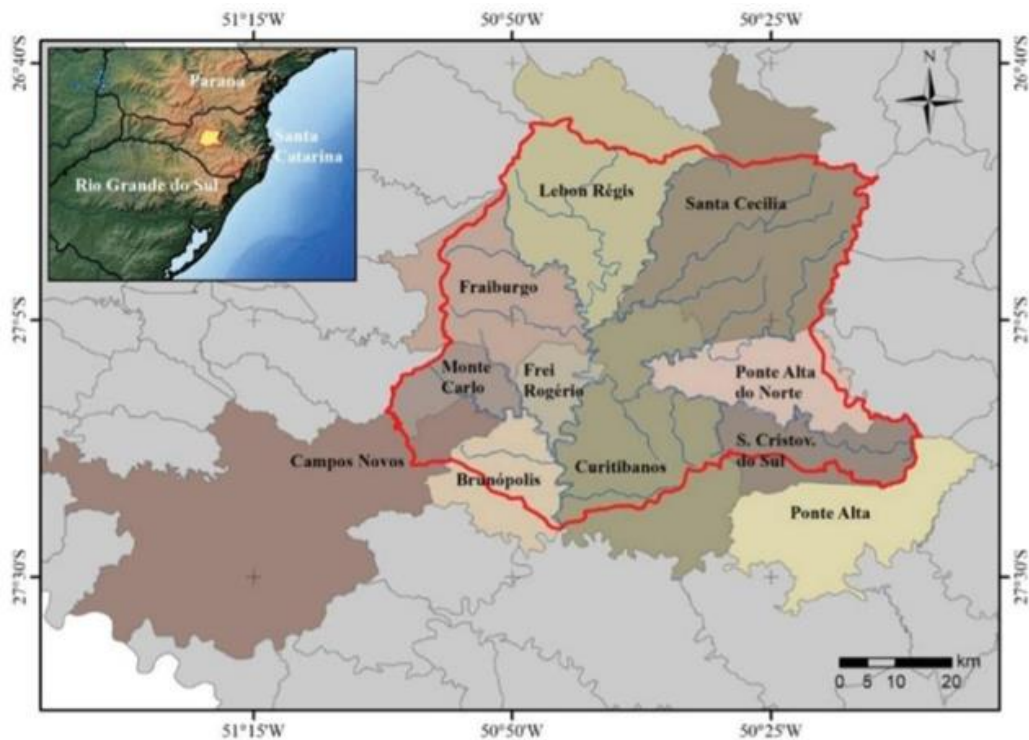
2.4 TERRITÓRIO DA SUB-BACIA DO RIO MAROMBAS

O território no qual hoje está localizada a sub-bacia do rio Marombas teve sua ocupação marcada pelo tropeirismo, atividade econômica caracterizada pelo transporte de gado do extremo sul para cidades das regiões Sul e Sudeste do país. A atividade tropeira, cujo auge ocorreu nos séculos XVIII e XIX, contribuiu tanto na ocupação do espaço e fundação das localidades, quanto no desenvolvimento da atividade agropecuária na região (Lunardi *et al.*, 2020). O tropeirismo também impulsionou a instalação das serrarias, indústria que visava a retirada da madeira, principalmente as araucárias (*Araucaria angustifolia*). Iniciada nas primeiras décadas do século XX, foi a partir dos anos 1950 que as serrarias aumentaram e

tiveram seu grande auge econômico de exploração das árvores nativas, fazendo com que novos trabalhadores chegassem à região, atraídos pela oferta de trabalho (Lummertz, 2014).

A sub-bacia hidrográfica do rio Marombas se situa nas terras altas do estado de Santa Catarina, sendo que o nome da bacia é uma referência ao rio mais importante dessas terras, que drena uma área de 3.938 km² e percorre 145 km até desaguar no rio Canoas (Lunardi *et al.*, 2020). De acordo com Lunardi *et al.* (2020), sobre as terras da sub-bacia do rio Marombas vivem aproximadamente 96 mil pessoas, distribuídas em onze diferentes municípios (Figura 1).

Figura 1. Municípios da bacia hidrográfica do rio Marombas.



Fonte: Lunardi *et al.*(2020).

Entre as principais culturas agrícolas existentes na sub-bacia do rio Marombas, estão a soja, milho, cebola, alho e feijão, bem como as culturas permanentes, com cultivos de maçã, pera e uva (Lunardi *et al.*, 2020). Os povoamentos florestais de maior importância na região são de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* spp (Ten Caten, Safanelli, Ruiz, 2015). Essas culturas necessitam de adequado suprimento de nutrientes, tais como o fósforo, para garantir uma produção agrícola de qualidade. As recomendações de adubação para as espécies citadas estão descritas na Tabela 1, considerando os valores para solos não cultivados, e adubação de primeiro cultivo.

Tabela 1. Recomendação de adubação de fósforo das principais culturas na sub-bacia do Rio Marombas.

Cultura	Recomendação ($P_2 O_5$) kg/ha
Soja	110
Milho	125
Cebola	250
Alho	300
Feijão	105
Maçã	130
Pêra	130
Uva de mesa	150
<i>Pinus</i> sp.	80
<i>Eucalyptus</i> sp.	120

Fonte: Elaborado pela autora com dados da Sociedade Brasileira de Ciência do solo (2016).

O Clima da região é classificado como Cfb – Temperado (mesotérmico úmido e verão ameno) segundo a classificação de Köppen (CLIMATE-DATA, 2017). De acordo com a EMBRAPA (2004), os solos predominantes da região são profundos, dessaturados, com avançado grau de intemperismo. Latossolos ocorrem nas áreas de relevo mais suave, e nas áreas de relevo mais movimentado há formação de Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos e de Cambissolos Húmicos e Háplicos, além dos Nitossolos Brunos nos terços finais das encostas.

O Rio Marombas pertence à Região Hidrográfica do Rio Uruguai, região que abrange uma área de aproximadamente 384.000 km². Conforme o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a bacia do Uruguai é dividida em sub-bacias menores, sendo elas: Canoas, Pelotas, Uruguai Nacional, Uruguai Internacional, Ijuí, Santa Marina, Quaraí e Negro. No contexto estadual, a sub-bacia do Rio Marombas está localizada na Região Hidrográfica 4 – Planalto de Lages, formada pelas bacias hidrográficas do rio Canoas e Pelotas. A nascente do rio Marombas está localizada ao extremo leste do município de São Cristóvão do Sul. O curso d' água segue sentido oeste, recebendo durante o seu percurso águas de rios afluentes, e em seguida segue em direção sul, até atingir a altitude de 749 metros, onde deságua no rio Canoas. Existem poucos trabalhos em relação à qualidade de água da bacia hidrográfica do rio Marombas. No ano de 2011, os parâmetros nitrogênio total e fósforo total apresentaram valores em desacordo com o permitido pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/05 para os rios de classe 2. (ENGERA, 2021).

O trabalho de Mendes *et al.* (2011) evidencia que existe a presença dos agroquímicos metomil (1,75 µg/L) e metconazol (4,98 µg/L) nas águas do rio Marombas, o que permite sugerir a contaminação das águas pela atividade agrícola.

O território da bacia do rio Marombas passou por importantes alterações no uso do solo nas últimas décadas, como o aumento das áreas destinadas a reflorestamento e agropecuária, as quais podem influenciar também as características dos recursos hídricos (Ortiz, 2022). Segundo Ortiz (2022), a proporção de áreas ocupadas com agricultura nos pontos de coleta 1 (Sub-bacia do Alto Marombas), 2 (Microbacia do Pessegueirinho), 3 (Sub-bacia do Rio das Pedras) e 4 (Sub-bacia do Rio Correntes) foram de 3,37%, 7,09%, 5,61% e 7,47%, respectivamente. Da área total da sub-bacia, a agricultura representou 9,74% (Quadro 3).

Quadro 3. Áreas e proporções ocupadas com as classes de cobertura e uso para a sub-bacia do Rio Marombas.

Classe	Área (ha)	Proporção (%)
Agricultura	35.797,67	9,74
Área urbana	19.382,86	5,27
Corpos d'água	9.081,37	2,47
Formação Florestal	118.141,58	32,15
Mosaico de Agricultura e paisagem	60.237,05	16,39
Pastagem	44.260,74	12,04
Silvicultura	80.615,65	21,94
TOTAL (ha)	367.516,92	

Fonte: Ortiz (2022).

Os mosaicos de agricultura e pastagem ocupam 16,39% da área total da sub-bacia, enquanto as áreas de silvicultura e formação florestal ocupam 21,94% e 32,15%, respectivamente. Concluiu-se que existem relações significativas em área com maior ocupação das classes de cobertura/uso da terra “Agricultura”, “Pastagem”, “Mosaico de Agricultura e Pastagem” e “Silvicultura” para com os parâmetros de qualidade da água pH e turbidez, ao comparar as Sub-bacias do Rio das Pedras e do Alto Marombas, o que indica a necessidade de aprimoramento nas técnicas voltadas às atividades produtivas.

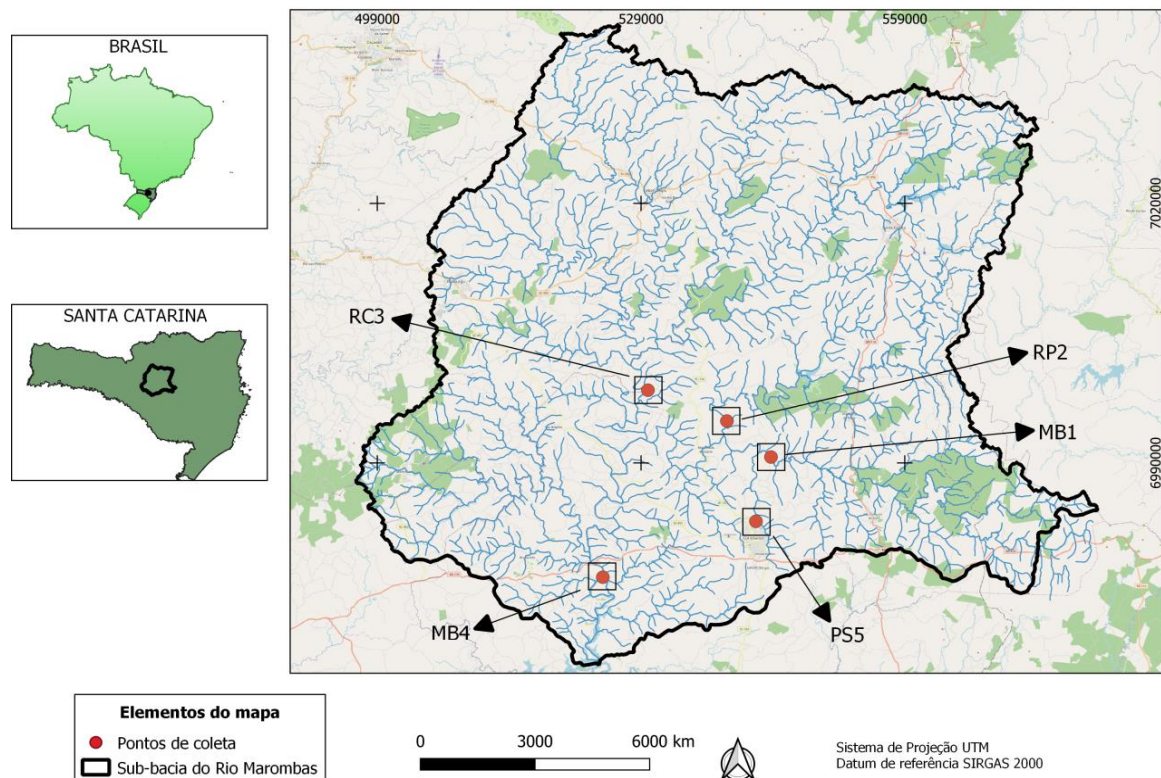
3 METODOLOGIA

3.1 LOCAIS E PROCEDIMENTOS DE COLETA

Este trabalho faz parte do projeto intitulado “Qualidade da água e resistência a antibióticos na Sub-Bacia do Rio Marombas”, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC (TO 2022TR001376).

Para o presente estudo foram utilizados cinco pontos para o monitoramento da qualidade da água da sub-bacia Hidrográfica do Rio Marombas. Esses pontos foram selecionados por serem representativos dos tributários mais importantes da sub-bacia bem como pela diversidade de usos do solo. Também foi considerada a facilidade de acesso e a viabilidade de coleta ao longo do ano. Através do software de Sistema de Informações Geográficas QGIS, foi elaborado um mapa identificando os locais de coleta (Figura 2). A localização dos pontos e suas descrições são apresentadas na Quadro 4.

Figura 2. Pontos de coleta na sub-bacia do Rio Marombas.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 4. Descrição e localização geográfica dos pontos de coleta.

Ponto de coleta	Descrição dos pontos	Coordenadas (SIRGAS 2000)
MC1	Trecho do Rio Marombas (denominado Alto Marombas), à montante do ponto de captação de água para abastecimento público do município de Curitiba.	6.991.204 N, 542.719 L
RP2	Rio das Pedras, tributário do rio Marombas e que drena área da sub-bacia a leste.	6.993.324 N, 538.457 L
RC3	Rio Correntes, importante tributário do rio Marombas que drena área da sub-bacia ao Norte.	6.998.416 N, 529.781 L
MB4	Rio Marombas, em Brunópolis; na área impactada pelo alagamento da UHE São Roque, barramento este construído no rio Canoas.	6.976.804 N, 524.648 L
PS5	Água superficial do rio Pessegueirinho, à jusante da área urbana do município de Curitiba.	6.983.257 N, 542.064 L

Fonte: Elaborado pela autora.

Foram realizadas campanhas bimensais de coleta durante o período de dezembro de 2022 até outubro de 2023, cujas datas foram 5 de dezembro 2022, 22 de fevereiro 2023, 10 de abril 2023, 16 de junho 2023, 3 de agosto 2023 e 2 de outubro 2023, respectivamente. Em cada um dos pontos foram coletados, na profundidade de 20 cm, três frascos de vidro com 60mL de água dos rios, e 1L de água em garrafas de polietileno.

As amostras foram então identificadas com a hora e o local da coleta, e colocadas em caixa térmica, para posteriormente serem levadas e analisadas no laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitiba.

3.2 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

Para o presente trabalho, os parâmetros de qualidade da água que foram avaliados são: turbidez, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), pH e coliformes termotolerantes. Esses parâmetros foram escolhidos devido ao seu impacto na qualidade da água e pelo fato da legislação do CONAMA n° 375/2005 definir limites máximos permitidos para os mesmos, permitindo sua inclusão no cálculo do ICE. Além disso, esses parâmetros estavam previstos no projeto financiado pela FAPESC.

As análises foram realizadas no laboratório da Universidade Federal de Santa Catarina, no campus de Curitiba. Todas as medições foram feitas em triplicata, a fim de

obter resultados mais precisos, e então os valores obtidos foram tabulados, de forma a obter as médias de cada ponto de coleta. Para realizar a análise, seguiu-se o protocolo do Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

Para a análise do pH e turbidez, foi utilizado o pHmetro (BEL, W3B) e o turbidímetro (TECNOPON, TB-1000), respectivamente. O OD (Oxigênio dissolvido) e temperatura foram medidos no momento da coleta, utilizando a sonda amperométrica (LUTRON, modelo DO5519).

A análise da demanda bioquímica de oxigênio (DBO 5,20) foi realizada após cinco dias de incubação da amostra sob temperatura de 20 °C, o que permite que a matéria orgânica presente seja consumida pelos microrganismos presentes na amostra. Faz-se a medição do OD inicial no primeiro dia, e após os cinco dias de incubação das amostras, sendo a DBO determinada através da diferença entre o valor de OD inicial e OD final (Konzen, 2023).

A avaliação dos coliformes foi realizada pela equipe do projeto sob coordenação da profa. Dra Sonia Purin da Cruz. A metodologia utilizada foi a da técnica de tubos múltiplos (TM), que consiste em testes presuntivos e confirmativos para a detecção de grupos de bactérias coliformes. A quantificação dos coliformes termotolerantes é expressa em NMP (Número Mais Provável em 100 mL de amostra), com limite de confiança de 95% (FUNASA, 2013).

A determinação do fósforo total foi realizada no laboratório “QMC Laboratório de Análises”, em Florianópolis/SC¹. Para isso, as amostras foram armazenadas em frascos de PEAD e acidificados com ácido sulfúrico concentrado, para então serem encaminhados ao laboratório. A análise foi realizada com o uso do método do Ácido Ascórbico (4500-P). Nesse método, o molibdato de amônio e o tartarato de potássio reagem em meio ácido com ortofosfato, para formar um heteropoliácido, que é reduzido a azul de molibdênio intensamente colorido pelo ácido ascórbico.

3.3 CÁLCULO DO ICE

O cálculo do ICE se dá através da determinação de três fatores, sendo eles: abrangência (número de parâmetros cujos objetivos não são alcançados), frequência (número de vezes em que os objetivos não são alcançados) e amplitude (por quanto os objetivos não são alcançados) (CCME, 2001).

¹ Rua Monsenhor Topp, 99 - Centro -Florianópolis - SC - CEP 88020-500.

A abrangência (F1) e frequência (F2) devem ser calculadas, conforme as equações 1 e 2:

$$F1 = \left(\frac{\text{Número de variáveis fora do padrão}}{\text{Número total de variáveis}} \right) * 100 \quad (1)$$

$$F2 = \left(\frac{\text{Número de medições fora do padrão}}{\text{Número total de medições}} \right) * 100 \quad (2)$$

A amplitude (F3) é calculada em três etapas. Primeiramente, calcula-se o número de vezes no qual a concentração individual é maior/menor que o limite da classe (Equação 3).

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Valor testado que falhou}}{\text{Valor Padrão}} \right) - 1 \quad (3)$$

Observa-se que, nas situações onde o valor do teste não deve ser menor que o padrão, utiliza-se a equação 4:

$$\Delta V = \left(\frac{\text{Valor Padrão}}{\text{Valor testado que falhou}} \right) - 1 \quad (4)$$

Em seguida, o número total de medições individuais que está em desacordo com o limite legal calculado somando as variações individuais em relação aos limites legais e dividindo pelo número total de medições, conforme a equação 5:

$$snv = \left(\frac{\sum \Delta V_{ni} = 1 \Delta V}{\text{Número total de testes}} \right) \quad (5)$$

O valor de F3 é calculado através da soma normalizada das variações em relação aos limites legais, conforme a equação 6:

$$F3 = \left(\frac{snv}{0,01 * snv + 0,01} \right) \quad (6)$$

Os valor final, que varia de 0 a 100, é obtida pela equação 7:

$$ICE = 100 - \left(\frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1,732} \right) \quad (7)$$

O ICE foi calculado para cada um dos pontos de coleta. Para os pontos MC1, RP2, RC3 e PS5, considerou-se o valor de fósforo total para ambiente lótico, e para o ponto de coleta MB4, considerou-se o valor de fósforo total para ambiente lêntico, visto que o ponto de

coleta MB4 situa-se na área alagada da UHE, sendo considerado um ambiente aquático na qual a água fica parada ou com pouca movimentação.

3.4 ANÁLISE DE COBERTURA E USO DO SOLO

Os dados de cobertura e uso do solo nas áreas de drenagem da sub-bacia foram obtidos do MapBiomas e do trabalho de Ortiz (2022).

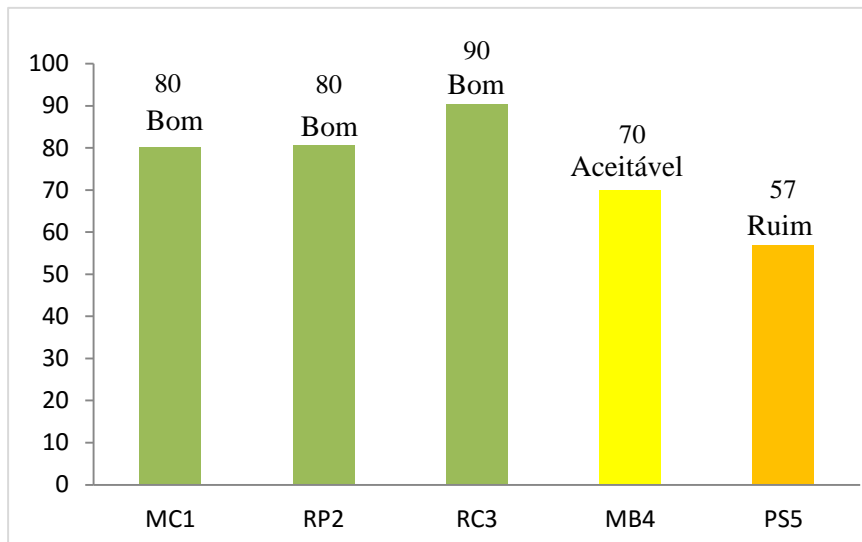
Visando avaliar o impacto da precipitação no ICE dos pontos de coleta, foi realizado um estudo dos índices pluviométricos entre o período de dezembro de 2022 até novembro de 2023. Os dados de precipitação diários para cada mês estudado foram obtidos a partir do site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para a estação meteorológica de Curitiba (SC), sistematizados na página da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e a partir desses valores calculou-se as precipitações acumuladas mensais para o período de estudo. Em seguida, esses valores foram comparados com a média histórica mensal de precipitação pluviométrica acumulada do Atlas climático da região sul do Brasil, do período de 1976 a 2005 (Wrege; Steinmetz; Júnior; Almeida, 2012).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ICE DA SUB-BACIA DO RIO MAROMBAS

A partir da identificação dos parâmetros de qualidade das águas, o cálculo do ICE foi realizado para cada ponto de coleta (Figura 3). Não foram verificados resultados na faixa Péssimo (ICE <44) em águas de classe II, e apenas um dos pontos (PS5) recebeu classificação “Ruim”. Os pontos MC1, RP2 e RC3 receberam classificação “Bom”, sendo que o ponto RC3 teve o maior resultado de ICE (90). O ponto MB4 recebeu classificação “Aceitável”.

Figura 3. Resultados de ICE por ponto de coleta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os pontos MC1, RP2 e RC3 estão localizados no Rio Marombas (trecho denominado Alto Marombas), Rio das Pedras e Rio Correntes, respectivamente (Figura 4). A categoria “Bom” significa que a água apresenta um pequeno grau de ameaça ou impacto para águas de Classe 2. Esses pontos de coleta situam-se em regiões onde há uso do solo para agricultura. Segundo Ortiz (2022), a proporção da área ocupada por atividades agrossilvipastoris no trecho denominado Alto Marombas, Rio das Pedras e Rio Correntes é de 53,28%, 62,90% e 58,55%, respectivamente. Portanto, os parâmetros que se encontraram fora do valor de referência podem estar relacionados com contribuições dessas atividades. Destaca-se que o ponto MC1 é o local de captação de água para abastecimento público do município de Curitibaanos (SC), sendo assim exige alta qualidade de água para atender a esse uso.

Figura 4. Pontos de coleta MC1 (A), RP2 (B) e RC3 (C).



Imagem: autora (2023).

O ponto MB4 apresentou classificação “Aceitável”, recebendo uma nota no ICE de 70. Esse ponto situa-se na área alagada da UHE São Roque, fato que pode ter contribuído negativamente para a qualidade da água (Figura 5). As barragens das usinas hidrelétricas podem causar diversos impactos na água dos rios, entre as quais vale destacar rompimento e

extravasamento de lagos pequenos, elevação do lençol freático da região, e alterações na flora e fauna. A elevação do lençol freático faz com que a água, muitas vezes, fique imprópria para consumo, prejudicando o abastecimento das populações vizinhas (Mendes, 2005). Segundo Machado (2022), o represamento das águas oriundo das construções das pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) deverá trazer impacto significativo ao microclima da região do Marombas, uma vez que diminuirá a vazão de água do rio, além de afetar o regime de chuvas. Além disso, a construção de barragens pode provocar o represamento da água, alterando a vazão natural do rio e modificando o habitat aquático. Portanto, é essencial que sejam adotadas medidas de gestão e monitoramento para minimizar os impactos das PCHs na qualidade da água dos rios (Souza Junior, 2020).

Figura 5. Ponto de coleta MB4.



Imagem: autora (2023).

A água superficial do Rio Pessegueirinho recebeu o menor valor de ICE (57), resultado que pode ser associado à localização desse ponto em área de drenagem com intenso uso urbano do solo (Figura 6). O maior percentual de ocupação urbana encontra-se na área de drenagem correspondente a essa microbacia, sendo que a proporção ocupada por área urbana nesse ponto de coleta é de 10,7 % (Ortiz, 2022).

Figura 6. Queda d'água a jusante do ponto de coleta PS5.



Imagem: autora (2023).

O município de Curitibaanos apresentou um crescimento populacional entre os anos de 2000 e 2020. Em 2000, a população era de 36.061 pessoas e, de acordo com o último censo realizado em 2022, a população de Curitibaanos é de 40.045 pessoas, o que representa um aumento de 11% (IBGE, 2022). Além disso, vale salientar que o sistema de coleta e tratamento de esgoto de Curitibaanos ainda não atende toda a população. O tratamento de esgoto foi iniciado em 2021, e atualmente atende apenas 30% do município (CASAN, 2021). Inicialmente, a baixa cobertura de tratamento do esgoto impacta as águas do Rio Pessegueirinho, podendo também influenciar as águas do Rio Marombas devido ao lançamento de efluentes domésticos diretamente na água do rio, o que também aumenta os níveis de fósforo, DBO e coliformes termotolerantes.

Estes resultados estão de acordo com o trabalho de Santos (2021), onde observou-se que os afluentes dos rio Ratores e do Saco Grande, em Florianópolis, apresentaram uma classificação do ICE mais baixa nos pontos mais próximos ao centro urbano, em função do despejo de resíduos domésticos. No estudo de Carvalho (2017), os baixos valores de ICE no Ribeirão São João também poderiam estar associados ao uso do solo da bacia hidrográfica, sendo que nos pontos mais próximos à área urbana observou-se lançamento de esgoto *in natura* no ribeirão e lixo disposto inadequadamente, comprometendo o uso do recurso hídrico.

Considerando os resultados do índice para todos os pontos investigados, o parâmetro que apresentou maior número de inconformidades com os limites legais foi Coliformes

Termotolerantes, do qual 7 das 30 amostras estavam em desacordo com o valor de referência estabelecido pela legislação para águas de classe II (Tabela 2). Os parâmetros pH, DBO e fósforo obtiveram o mesmo número de amostras fora do valor de referência (cinco), ao passo que todas as amostras de OD e Turbidez estavam dentro dos limites legais.

Tabela 2. Número de amostras que violaram os limites legais em cada ponto de coleta.

Parâmetro	MC1	RP2	RC3	MB4	PS5	Total
Fósforo Total	0	0	0	2	3	5
Coliformes Termotolerantes	2	1	0	0	4	7
DBO	0	0	0	1	4	5
OD	0	0	0	0	0	0
pH	1	1	1	1	1	5
Turbidez	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pela autora.

No ponto de coleta MC1, uma das amostras de pH e duas amostras de coliformes termotolerantes estavam em desacordo com a legislação; enquanto que no ponto RP2, uma amostra de pH e uma amostra de coliformes termotolerantes estava fora do valor de referência. Ambos pontos apresentaram a mesma abrangência (número de parâmetros que violaram os limites desejáveis) e apresentaram resultados similares de frequência e amplitude. Vale ressaltar que segundo a legislação do CONAMA (2005) não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros quando a água se destina à dessedentação de animais confinados, portanto em algumas das coletas a qualidade da água dos pontos MC1, RP2 e PS5 não atendem a esse limite.

No ponto RC3, apenas uma amostra de pH estava abaixo do valor de referência. Sendo assim, esse ponto de coleta apresentou a menor abrangência, frequência e amplitude e, portanto, o menor afastamento dos padrões desejados. Cabe destacar que nos pontos MC1, RP2 e RC3 todas as amostras apresentaram concentração de fósforo total dentro dos limites legais do CONAMA.

O ponto MB4 apresentou duas amostras de fósforo total, uma amostra de pH e uma amostra de DBO em desconformidade com o valor de referência estabelecido. Considerou-se como valor de referência para fósforo total o valor de 0,03 mg/L, visto que o ponto MB4 é um ambiente lântico. O fato dos parâmetros fósforo total e DBO estarem em desacordo com os valores de referência poderia estar associado ao uso agrossilvopastoril da sua área de drenagem, que corresponde a 48% do total da sub-bacia, aproximadamente. Elevados valores de DBO indicam poluição orgânica, sendo que a adubação fosfatada é recomendada para as

principais culturas instaladas na sub-bacia do Rio Marombas. Além disso, vale ressaltar que por ser um ambiente lântico, o ponto MB4 apresenta maior suscetibilidade ao processo de eutrofização e à poluição, em função da baixa circulação de água.

No ponto PS5, quatro das seis amostras de coliformes estavam acima do valor de referência, bem como quatro amostras de DBO, três amostras de fósforo, e uma amostra de pH. O PS5 também apresentou as maiores médias de DBO e coliformes termotolerantes (Quadro 5). O número de amostras de coliformes termotolerantes e fósforo que estavam fora do valor de referência demonstram o intenso impacto do uso urbano do solo em associação a falta de tratamento de efluentes domésticos, prejudicando a qualidade da água. É importante apontar que a aplicação do ICE na avaliação da qualidade da água dos rios da sub-bacia do rio Marombas é capaz de explicitar inconformidades que não se fazem óbvias quando os dados são observados na forma de valores médios apenas. Assim, se fosse analisado apenas a tabela 6, todos os parâmetros estariam dentro do limite legal para água de classe 2, com exceção da concentração de fósforo no ponto MB4.

Tabela 3. Média e desvio padrão dos parâmetros de cada ponto de coleta.

Parâmetro	MC1	RP2	RC3	MB4	PS5	Valor de referência (Classe 2)
Fósforo total (mg/L)	0,0254 (±0,001)	0,0288 (±0,006)	0,0299 (±0,008)	0,0618 (±0,056)	0,101 (±0,060)	Até 0,1 mg/L (ambiente lótico) Até 0,03 mg/L (ambiente lântico)
CT (UFC/100 mL)	589 (±437,54)	765 (±211,74)	704 (±212,71)	601 (±305,28)	887 (±373,99)	1000
DBO (mg/L)	1,52 (±0,40)	1,90 (±0,86)	1,93 (±1,13)	3,12 (±2,36)	4,98 (±2,21)	Até 5 mg/L
OD (mg/L)	8,30 (±0,78)	8,18 (±0,84)	8,05 (±1,03)	8,73 (±1,33)	7,50 (±1,19)	≥ 5 mg/L
pH	6,95 (±0,96)	6,91 (±0,69)	6,88 (±0,63)	6,88 (±0,73)	6,85 (±0,72)	6-9
Turbidez (UNT)	20,2 (±15,3)	13 (±11,9)	29 (±20)	18,3 (±7,5)	18,3 (±10,4)	Até 100 UNT

Fonte: Elaborado pela autora.

Portanto, considerando o ICE calculado, a abrangência, frequência e amplitude foram consideravelmente maiores no PS5, e esse ponto apresentou um nível de qualidade de água afastado do enquadramento proposto para o mesmo (classe 2).

Observou-se que as menores notas de ICE se encontraram nos pontos de coleta em que o parâmetro fósforo total estava em desacordo com os valores de referência. De forma similar, no trabalho de Costa, Barroso, Oliveira, Starling e Oliveira (2022), as maiores variações e os piores índices de qualidade de água foram verificados nas estações de monitoramento que mais violaram o fósforo total.

Segundo Santos (2021), o fato dos parâmetros DBO e fósforo total estarem em desacordo com os limites estabelecidos pela legislação pode ocorrer devido à contaminação por cargas orgânicas. O fósforo é um elemento químico retido pelas argilas que predominam nos solos tropicais, sendo assim o excesso de fósforo nas águas pode estar relacionado com o uso indiscriminado da adubação fosfatada por agricultores (Silva; Duarte; Coelho; Guandique; Costa, 2022). Para Camelo *et al.* (2020), a presença de fósforo em águas naturais também pode ser explicado pelo lançamento de esgotos sanitários e efluentes industriais, oriundos da fabricação de pesticidas e fertilizantes, por exemplo.

De acordo com Costa e Ferreira (2015), as principais fontes de coliformes termotolerantes são os lançamentos de esgotos sanitários e a agropecuária. No estudo realizado pelo autor, o parâmetro CT também apresentou a maior violação nos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, sendo que a principal causa foram os despejos domésticos e industriais da região. Segundo o estudo realizado por Rosá *et al.* (2023), nos rios e poços na região de Curitiba existem condições preocupantes de contaminação da água por coliformes termotolerantes e microrganismos resistentes a antibióticos, fator que pode favorecer a disseminação dos mesmos no ambiente de forma descontrolada, podendo gerar doenças graves.

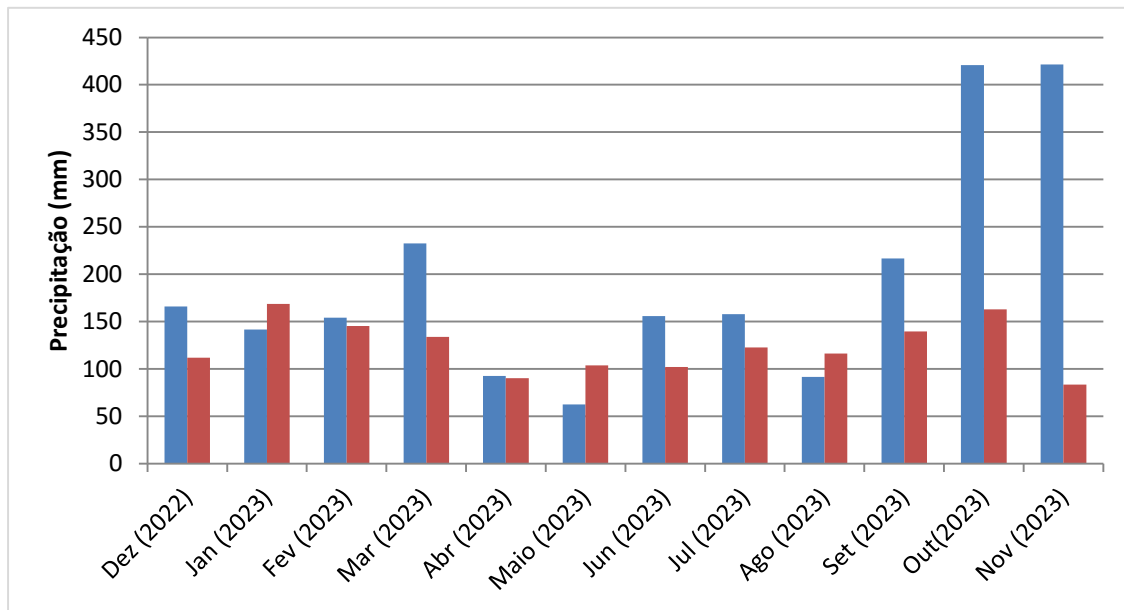
4.2 INFLUÊNCIA DAS CHUVAS SOBRE QUALIDADE DE ÁGUA

Um fator que impacta a qualidade da água dos rios é a ocorrência de eventos climáticos extremos, tais como longos períodos de seca ou chuvas intensas. Devido às mudanças climáticas, esses eventos estão se tornando mais frequentes, o que impacta negativamente a qualidade da água por meio do favorecimento da eutrofização e perda de biodiversidade (Moreira, 2022).

A precipitação acumulada no ano de 2023 foi de 2331,4 mm, valor muito maior do que a média histórica anual para a região de Curitiba (1479,7mm) de acordo com os dados da estação pluviométrica Curitiba-A860, o que representa uma precipitação acumulada 58% superior à média histórica. Nos meses de outubro e novembro de 2023 a precipitação

acumulada foi consideravelmente maior do que a média dos valores obtidos a partir de 30 anos de monitoramento das chuvas da região. Apenas nos meses de janeiro, maio e agosto de 2023 as precipitações acumuladas foram inferiores à média mensal histórica (Figura 7).

Figura 7. Precipitação acumulada mensal no período de estudo (barras azuis) em comparação com a média histórica (barras vermelhas).



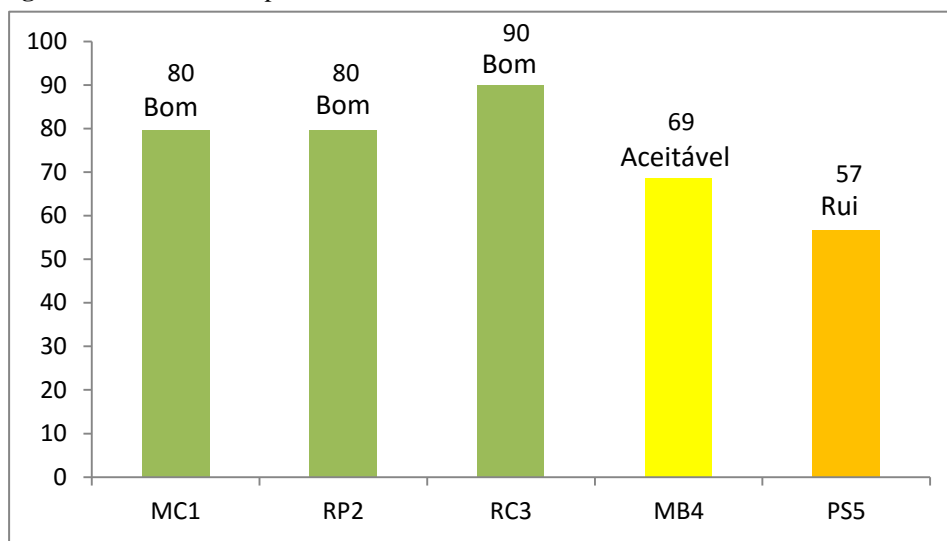
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do INMET (2024) e do Wrege; Steinmetz; Júnior e Almeida (2012).

Para verificar a existência de uma relação entre as chuvas e a qualidade das águas dos rios, o ICE foi calculado para os pontos dividindo os dados em dois grupos: maiores volumes de precipitação 24h antes da coleta (dez/22 e fev-jun/23) e menores volumes de chuva 24h antes (abril, agosto e outubro de 2023). As precipitações acumuladas em dez/22 e fev-jun/23 foram de 8,4; 1,6 e 9,2 mm, respectivamente. Nas coletas realizadas em abril e agosto de 2023, não houve precipitação nas 24 horas antecedentes à coleta, e na coleta de outubro de 2023 essa precipitação foi de apenas 0,2 mm.

Durante as campanhas de coleta realizadas com o maior volume de chuva nas 24 horas antecedentes à coleta, observou-se uma manutenção das categorias do ICE para todos os pontos estudados (Figura 8). Por outro lado, durante o período com o menor volume de chuva nas 24 horas antecedentes à coleta, houve um aumento nas notas calculadas do ICE em todos os pontos de coleta (Figura 9). Estes resultados parecem indicar que a ocorrência de precipitação tem uma forte influência sobre a qualidade da água na sub-bacia do rio Marombas. O parâmetro que mais violou os limites legais no período com chuva antes da coleta foi pH, onde 5 das 15 amostras estavam fora do valor de referência. Os parâmetros

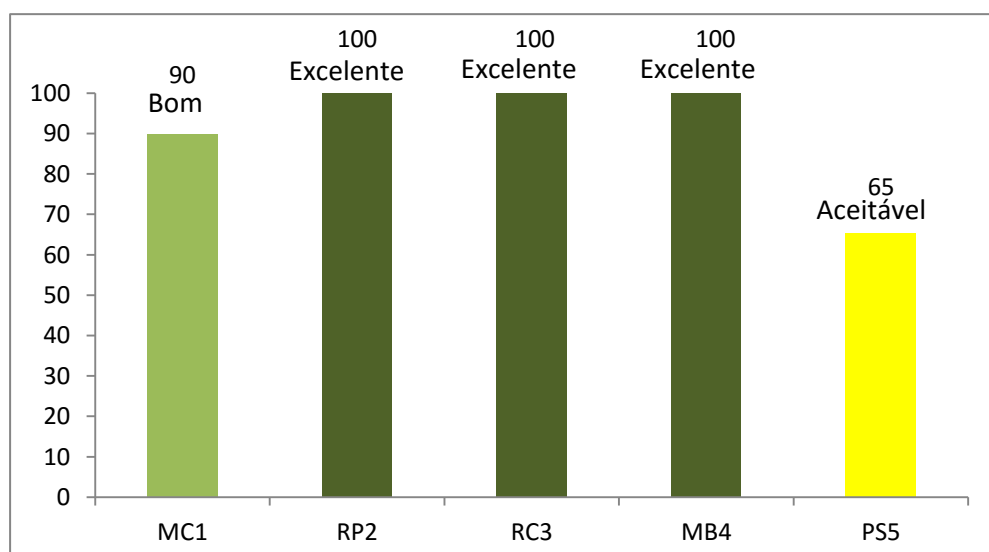
coliformes termotolerantes, DBO e fósforo total apresentaram 4, 3 e 2 amostras fora dos limites legais, ao passo que todas as amostras de Turbidez e OD estavam dentro do valor de referência para águas de Classe 2 (Tabela 3). Existem estudos anteriores que evidenciam a importância de considerar os impactos das chuvas na qualidade da água dos rios brasileiros. Santos et al. (2020) analisaram os efeitos das chuvas intensas na qualidade da água do ribeirão Espírito Santo (MG) e concluíram que o Índice de Qualidade da Água (IQA) variou de acordo com o regime de chuvas, reduzindo sua nota no mês mais chuvoso.

Figura 8. ICE durante o período com maior volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 9. ICE durante o período com menor volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 4. Número de amostras que violaram os limites legais em cada ponto de coleta durante o período com maior volume de chuva nas 24h antecedentes à coleta.

Parâmetro	MC1	RP2	RC3	MB4	PS5	Total
Fósforo Total	0	0	0	1	1	2
Coliformes Termotolerantes	1	1	0	0	2	4
DBO	0	0	0	1	2	3
OD	0	0	0	0	0	0
pH	1	1	1	1	1	5
Turbidez	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora.

De fato, em períodos de grande volume de chuva, a percolação de água contribui para o transporte de fezes das áreas adjacentes para o interior dos rios. Esse fenômeno é potencializado em locais com grande declive, que também estão sujeitos à erosão, e como resultado a água apresentará maior contaminação físico-química, bem como microbiológica (Rosá *et al.*,2023).

Observou-se que na campanha de 12/06/2023, na qual ocorreu a maior precipitação acumulada 24 horas antes da coleta, foi registrada a maior média de fósforo, chegando a 0,207 mg/L no ponto PS5 (Anexo A). Essa concentração está acima do valor de referência para águas doces de classe II (0,1 mg/L) e de classe III (0,15mg/L). Esses resultados estão de acordo com trabalho realizado por Ortiz (2022), no qual o ponto de coleta situada no Rio Pesseigueirinho também apresentou a maior média e a maior concentração de fósforo dos pontos de coleta avaliados na sub-bacia do Rio Marombas. Isso evidencia a vulnerabilidade desse corpo hídrico frente aos impactos de uso urbano do solo no município, bem como a urgente necessidade da implementação do tratamento de efluentes domésticos em Curitiba.

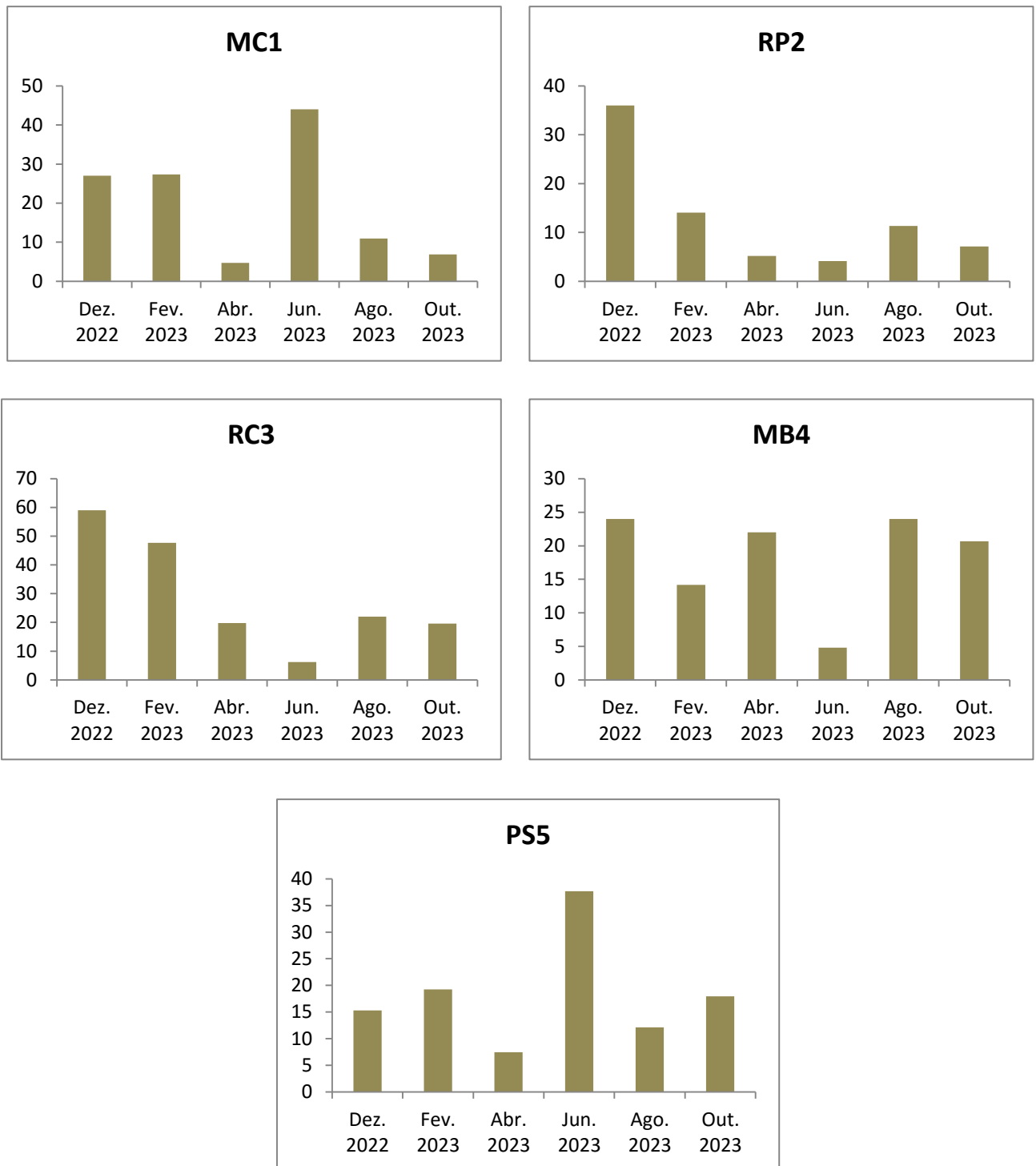
Outro fator que aumenta o arraste de sedimentos para a água é a falta de vegetação em torno dos rios. Loch e Brentano (2020) investigaram a relação entre padrões de chuva e o cumprimento das metas de qualidade da água em dois rios da região da Grande Florianópolis, revelando que os eventos de precipitação intensa contribuíram significativamente para a deterioração dos indicadores de qualidade. A análise revelou que as áreas preservadas do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro influenciaram na turbidez, absorvendo parte do escoamento superficial. Verificou-se, portanto, que a precipitação explicou apenas 10% da turbidez das águas da bacia hidrográfica e que o seu maior efeito ocorreu um dia após o evento climático.

A relação entre o carregamento de sedimentos para os rios e a ocorrência de chuvas 24 horas antes das coletas pode ser observada nos diagramas apresentados na Figura 10. A

variação da turbidez com a precipitação acumulada nas 24 horas que antecederam as coletas não seguiu uma tendência, visto que existem períodos onde ocorreu aumento da precipitação e redução da turbidez, e também períodos com aumento da precipitação e aumento da turbidez. Da mesma maneira, no trabalho de Loch e Brentano (2020), não se observou tendência entre precipitação acumulada e turbidez nos dados analisados.

Entretanto, foi observada uma correspondência durante as campanhas de dezembro de 2022 e fevereiro e junho de 2023 nos pontos MC1 e PS5, onde houve aumento na turbidez (Figura 10). Por outro lado, no ponto MB4 a resposta da turbidez não seguiu uma tendência com a precipitação 24h antes da coleta. De forma similar, Oliveira, Panta, Barbosa e Silva (2018) utilizaram o ICE para avaliar a variação na qualidade da água dos reservatórios situados em Pernambuco, Jucazinho, Bituri, Botafogo e Pirapama. Segundo os autores a influência do regime pluviométrico ora atuou positivamente e ora negativamente, a depender, principalmente, do fator uso e ocupação do solo na região na qual os reservatórios estudados estavam inseridos e a dinâmica das bacias de contribuição.

Figura 10. Turbidez por campanha em cada ponto de coleta.



Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÃO

A aplicação do Índice de Conformidade ao Enquadramento mostrou-se uma estratégia eficiente na avaliação da qualidade da água da sub-bacia do rio Marombas. Através do uso do ICE, constatou-se que nos pontos MC1, RP2 e RC3 os parâmetros fora dos limites legais comprometem alguns usos das águas dos rios estudados.

Os pontos MB4 e PS5 se apresentaram distantes da situação ideal para corpos hídricos enquadrados como Classe 2 durante o período de estudo. Os dados indicam que as águas desses rios, para os parâmetros investigados nesse estudo, seriam melhor enquadrados como corpos de água de Classe 3. Para o ponto MB4, que constitui trecho alagado por barramento, as concentrações de fósforo total encontradas neste trabalho indicam condições que favorecem o desenvolvimento de processo de eutrofização da água.

Existem diversos fatores que podem ter contribuído para as alterações no ICE, entre as quais a precipitação pluviométrica, uso e cobertura do solo, e características da própria bacia hidrográfica, como tamanho e área de drenagem. O parâmetro que mais violou os limites legais foi coliformes termotolerantes, o que indica aporte de dejetos animais ou domésticos diretamente na água dos rios. A ocorrência de precipitação nas 24 horas antecedentes à coleta contribuiu na redução do ICE em todos os pontos de coleta, possivelmente devido ao escoamento de sedimentos superficiais pela chuva.

Para futuros trabalhos de monitoramento, sugere-se realizar um maior número de campanhas de coleta, para melhor analisar as variações sazonais na qualidade da água, bem como incluir estudos referentes à vazão dos rios, objetivando a possibilidade da estimativa de cargas dos poluentes. Visando a proteção dos recursos hídricos, é fundamental conscientizar a população sobre a importância da qualidade da água, bem como incentivar práticas de agricultura sustentável, como o plantio direto e o uso discriminado de fertilizantes e defensivos agrícolas. A preservação da qualidade da água na sub-bacia do rio Marombas é necessário para assegurar o abastecimento público do município de Curitiba.

REFERÊNCIAS

- ABEMA-Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente. **A importância de preservar rios e nascentes (SEMA-MA)**. Notícia, nov. 2021. Disponível em: <https://www.abema.org.br/noticias/687-a-importancia-de-preservar-rios-e-nascentes> Acesso em: 20 set. 2022
- AMARO, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de conformidade da qualidade dos corpos hídricos ao enquadramento**. 2009. 224 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.3.2009.tde-11082009-121147> Acesso em: 15 mar. 2024
- ANA-Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Enquadramento dos corpos de água em classes**. Site. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/politica-nacional-de-recursos-hidricos/enquadramento-dos-corpos-de-agua-em-classes> Acesso em: 29 dez. 2023
- ANA-Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012**. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2012. Disponível em: https://limaens.paginas.ufsc.br/files/2020/09/20120702102733_Panorama_da_qualidade_das_aguas_superficiais_do_Brasil.pdf Acesso em: 03 maio. 2024
- APHA. American Public Health Association; AWWA. American Water Works Association; WEF. Water Environment Federation. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. ed. 22 Washington: American Public Health Association, 2012.
- BAUMINAS. **Como a chuva impacta no tratamento e qualidade da água?** Bauminas águas, Minas Gerais, 2023. Site. Disponível em: <https://bauminas.com.br/como-a-chuva-impacta-no-tratamento-e-qualidade-da-agua/> Acesso em: 21 fev. 2024.
- BERLANDA, A.; BAUM, C. A.; BECEGATO, V. A.; SOUZA, N. C. V. L. de. Avaliação temporal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite, Santa Catarina. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, n. 26, vol.1, jan/fev. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220180094> Acesso em: 30 ago. 2023
- BEZERRA, A. A. **Análise sobre o estado de conservação das nascentes no município de Olho D'Água do Casado, Alagoas**. 2022. 143 fls. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Maceió, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/9023> Acesso em: 19 abr. 2024
- BITENCOURT, C. C. A. de; FERNANDES, C. V. S.; GALLEGOS, C. E. C. Panorama do enquadramento no Brasil: Uma reflexão crítica. **REGA**, v. 16, e9, jan/dez.2019. Disponível em: <https://doi.org/10.21168/reg.v16e9> Acesso em: 01 mar. 2024
- BORTOLIN, T. A.; GUERRA, G. S.; PERESIN, D.; MENDES, L. A.; SCHNEIDER, V. E. **Avaliação do índice de conformidade ao enquadramento em um trecho da bacia do rio São Marcos**. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves. Disponível em:

https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/66/SBRH2013_PAP013295.pdf Acesso em: 14 dez. 2023

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm Acesso em 15 mar. 2024.

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, DF, 1997. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/551309#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,28%20de%20dezembro%20de%201989>. Acesso em: 13 abr. 2024.

CAMELO, S. M.; *et al.*. Análise da influência da precipitação na qualidade da água do sistema de macrodrenagem de bacias urbanas. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 74-95, abr./jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e2202074-95> Acesso em: 29 fev. 2024

CARVALHO, A. de P. **Utilização do índice de qualidade da água (iqa-ccme) para verificação de conformidade ao enquadramento no ribeirão São João em Porto Nacional - TO.** 2017. 88f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Palmas, 2017. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/746/1/Aurean%20de%20Paula%20Carvalho%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em: 28 abr. 2024

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **CASAN inicia tratamento de esgoto em Curitibaanos.** Notícias. 2021. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-inicia-tratamento-de-esgoto-em-curitibaanos#0> Acesso em: 28 mar. 2024

CCME - Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. **Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life:** CCME Water Quality Index 1.0, User's Manual. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. Disponível em: <https://ccme.ca/en/res/wqimanualen.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2023.

CLIMATE-DATA. ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais.** 2017. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 10 maio. 2024

COMITÊ DE GERENCIAMENTO BÁCIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Canoas e afluentes do Rio Pelotas tem ordem de serviço assinada em Lages.** Notícia, jun.2022. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-rio-canoas/noticias-rio-canoas/item/8454-plano-de-recursos-hidricos-da-bacia-do-rio-canoas-e-afluentes-do-rio-pelotas-tem-ordem-de>

[servico-assinada-em-lages/8454-plano-de-recursos-hidricos-da-bacia-do-rio-canoas-e-afluentes-do-rio-pelotas-tem-ordem-de-servico-assinada-em-lages](#) Acesso em: 13 abr. 2024

CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução N. 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de 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 República Federativa do Brasil**. Disponível em: http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf Acesso em: 03 mar. 2024

COSTA, F. B.; FERREIRA, V. de O. Análise de parâmetros que compõem o índice de qualidade das águas (íqa) na porção mineira da bacia do rio Paranaíba. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.7, n.18, p. 22-47, set. 2015. Disponível em: <http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/7edicao/n18/2.pdf> Acesso em: 08 set. 2022

COSTA, N.D. A cultura da cebola. **Embrapa**, jun. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/200082/1/A-cultura-da-cebola.pdf> Acesso em: 02 maio. 2024

COSTA, P. da; BARROSO, G. R.; OLIVEIRA, K. L. de; STARLING, M. C. V. M.; OLIVEIRA, S. Dinâmica espaço-temporal da qualidade das águas superficiais de dois grandes reservatórios de usinas hidrelétricas brasileiras. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 5, p. 893–907, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210233> Acesso em: 17 dez. 2023.

DA SILVA, N. R.; ALBUQUERQUE, T. N. Enquadramento de corpos de água: um instrumento da política nacional de recursos hídricos. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 32, dez. 2018. Disponível em: <https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/54654>. Acesso em: 16 mar. 2024.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do Estado de Santa Catarina** (Boletim de desenvolvimento e pesquisa). Rio de Janeiro: Embrapa Solos – CNPS, 2004. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/964417> Acesso em: 09 set. 2022

ENGERA- Engenharia e Gerenciamento de Recursos Ambientais LTDA. **Avaliação integrada da bacia hidrográfica do Rio Marombas**. Florianópolis, jun. 2021. Disponível em: https://www.santacecilia.sc.gov.br/uploads/2022/06/AIBH_MAROMBAS.pdf Acesso em: 08 set. 2022

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2013. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf Acesso em: 27 dez. 2023

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. IBGE, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?utm_source=ibge&utm_medium=home&utm_campaign=portal Acesso em: 29 abr. 2024

IKEJIRI, L. **Aplicação da análise de componentes principais na avaliação da qualidade da água do Reservatório Tanque Grande, Guarulhos – SP.** 2022. 31 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) - Universidade Brasil, Mooca, SP, 2022.

Disponível em:

<http://repositorioacademico.universidadebrasil.edu.br/xmlui/handle/123456789/698> Acesso em: 28 dez. 2023

INMET – Estação Meteorológica Aeroporto Curitibaanos. Site. Disponível em:

<https://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/estacao-aeroporto-curitibanos-inmet/> Acesso em: 01 mar. 2024

KOHLER, M. C. C. P. et al. **Uso de bioestimulante na cultura do alho.** 2019. 39 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibaanos, SC, 2019. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/197802/tcc%20pronto.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 02 maio. 2024

KONZEN, I. S. **Avaliação da qualidade da água e influência do uso e ocupação do solo em microbacias do Lajeado Três Passos no noroeste do Rio Grande do Sul.** 2023. 54 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitarista) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, 2023.

Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28062> Acesso em: 18 abr. 2024

LANA, J. N. de. **Correlacionando a qualidade da água com o uso e a cobertura da terra: um estudo da Bacia de Contribuição da Represa Doutor João Penido, Juiz de Fora (MG).** 2020. 116 fls. Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/11902>. Acesso em: 18 abr. 2024

LOCH, J.; BRENTANO, D. M.. Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: uma análise para gestão de estação de tratamento de água. **Geosul**, Florianópolis, v. 35, n. 76, p. 277-297, set./dez.2020. Disponível em:

<http://doi.org/10.5007/2177-5230.2020v35n76p277> Acesso em: 26 fev. 2024

LUMMERTZ, F.C. **A subida e descida da Serra Geral: uma prática que envolvia roceiros, tropeiros e estancieiros serranos.** In: Anais do II Seminário Internacional História do Tempo Presente, 13 a 15 de outubro de 2014, Florianópolis, SC. Disponível em:

<https://eventos.udesc.br/ocs/index.php/STPII/tempopresente/paper/viewFile/87/37> Acesso em: 03 maio. 2024

LUNARDI NETO, A. *et al.*. **Estudos socioambientais sobre o Planalto Catarinense.**

Florianópolis: Editora Insular, 2020. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/209445> Acesso em: 10 set. 2022

MACHADO, F. I. **Potencialidades de Uso de Sistemas Agroflorestais como Estratégia de Restauração Ambiental no Assentamento Índio Galdino: Uma Abordagem Etnoecológica.** 2022. 51 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em:

https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/245814/TCC_Francisco_Machado.pdf?sequence=1 Acesso em: 29 ago. 2023

MELLO, K. de; *et al.*. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879> Acesso em: 12 set. 2022

MENDES, B. G.; *et al.*. Estudo da qualidade das águas do Rio Marombas (SC/Brasil), utilizando parâmetros físico-químicos e bioensaios. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.5, n.2, p. 43 a 58, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.18316/260> Acesso em: 08 set. 2022

MENDES, N. A. S. **As usinas hidrelétricas e seus impactos: os aspectos socioambientais e econômicos do Reassentamento Rural de Rosana - Euclides da Cunha Paulista**. 2005. 222 fls. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e tecnologia. Programa de Pós Graduação em geografia, Presidente Prudente, 2005. Disponível em: https://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/05/05_noeli.pdf Acesso em: 17 abr. 2024

MENEZES, J. P. C.; *et al.*. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 21, n. 03, p. 519–534, jul. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016145405> Acesso em: 17 mar. 2024

MOREIRA, C. V. M. **Impactos de eventos climáticos extremos na qualidade da água de corpos hídricos superficiais continentais**. 2022. 52f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/50835> Acesso em: 03 maio. 2024

NOORI, R.; *et al.*. A critical review on the application of the National Sanitation Foundation Water Quality Index. **Environmental Pollution**, v. 244, p. 575-87, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118304627>

OLIVEIRA, I. S.; PANTA, L. M. L. S.; BARBOSA, I. M. B. R.; SILVA, S. R. da. Índice de Conformidade ao Enquadramento nos Reservatórios Jucazinho, Bituri, Botafogo e Pirapama, em Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.11, n.04, p. 1575-1584, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.4.p1575-1584> Acesso em: 11 mar. 2024

OLIVEIRA, J. R. de; QUEIROZ, T. M. de. Relação sólidos/turbidez no rio Grande Vermelho - MT: afluente do rio Paraguai na cabeceira do Pantanal. *In*: Anais 7º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2018, Jardim, MS. **Embrapa Informática Agropecuária/INPE**, p. 200-209, 2018. Disponível em: <https://www.geopantanal.cnptia.embrapa.br/Anais-Geopantanal/pdfs/p32.pdf> Acesso em: 14 dez. 2023.

ORTIZ, N. M. R. **Uso da Terra e Qualidade da Água na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Marombas**. 2022. 64 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, SC, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/242486> Acesso em: 16 mar. 2024

PESSOA, G. Melo.; AZEVEDO, T. S.; RIBEIRO, C. B. M. **Estudo de conformidade ao enquadramento dos corpos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Preto e Paraibuna**. In: III SRHPS - Simpósio de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul, 2018. Universidade Federal de Juiz de Fora, MG, 2018. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br/job.php?Job=3831> Acesso em: 01 mar. 2024

PORTAL DE TURISMO BRUNÓPOLIS. **Ponte Velha e Ponte Nova – Distrito de Marombas**. Notícia, mar. 2023. Disponível em: <https://turismo.brunopolis.sc.gov.br/ponte-velha-e-ponte-nova-distrito-de-marombas/> Acesso em: 15 maio. 2024

REETZ, H. F. Fertilizers and their Efficient Use. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, França, 2016. Disponível em: <https://www.fertilizer.org/resource/fertilizers-and-their-efficient-use/> Acesso em: 02 mar. 2024

ROSÁ, F. P.; CAMARGO, L. G.; ORTIZ, N. M. R.; STOLBERG, J.; CRUZ, S. P. Qualidade microbiológica e resistência antimicrobiana em rios e poços de Curitibanos – SC. **Rev. Gest. Água Am. Lat.**, Porto Alegre, v. 20, e27, dez. 2023. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.21168/rega.v20e27> Acesso em 09 maio. 2024

SÁ, E. A. S. **Estimativa da vazão e produção de sedimentos por erosão hídrica em nível de bacia hidrográfica, em dois cenários climatológicos**. 2019. 209 fls. Tese (doutorado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós Graduação em Ciência do solo, Lages, 2019. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1479/Tese_Final_Eder_Alexandre_Schatz_S_15694161013372_1479.pdf Acesso em: 02 mar. 2024

SANTOS, A. dos. **Uso do ICE para análise da qualidade da água e do enquadramento de corpos hídricos das bacias do rio Ratoões e do Saco Grande, Florianópolis/SC**. 2021. 98 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223361> Acesso em: 17 dez. 2023.

SANTOS, J. M. B.; SILVA, I. R.; GOMES, M. H. R.; PEREIRA, R. O. Variação do IQA e ICE no Ribeirão Espírito Santo-MG. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 460-482, jan./mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e12020460-482> Acesso em: 17 abr. 2024

SILVA, C. A. A. **Uso da turbidez como indicador ambiental: implicações para a gestão da qualidade da água**. 2019. 27 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/34321> Acesso em: 25 fev. 2024

SILVA, I. R. da; BROVINI, E. M.; PEREIRA, R. O.; GOMES, M. H. R. Influência da precipitação e do uso e ocupação do solo na qualidade da água da bacia do Ribeirão Espírito Santo – Juiz de Fora/MG. **Revista de estudos ambientais**, v.22, n.1, p.35-51, jan./jun.2020. Disponível em: DOI: [10.7867/1983-1501.2020v22n1p35-51](https://doi.org/10.7867/1983-1501.2020v22n1p35-51) Acesso em: 26 fev. 2024

SILVA, L. L. F.; MORAES, M. F.; SILVA, R. B. da. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água em bacias de captação para o abastecimento público**. 2016. 60 fls. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, jul. 2016. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/INFLU%C3%8ACIA_DO_USO_E_OCUPA%C3%87%C3%83O_DO_SOLO_NA_QUALIDADE_DA_%C3%81GUA_EM_BACIAS_DE_CAPTA%C3%87%C3%83O_PARA_O_ABASTECIMENTO_P%C3%9ABLICO.pdf Acesso em: 17 mar. 2024

SILVA, R. O. da; ROBRINI, M. E.; FREITAS, M. P. de. Influência do índice de chuvas e de rejeitos de efluentes na qualidade das águas do Igarapé Santos (Tucuruí-sudeste paraense / Amazônia oriental). **Boletim Paulista de Geografia**, [S. l.], v. 1, n. 109, p. 188–212, jan./jun. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54446/bpg.v109i1.2953> Acesso em: 29 fev. 2024

SILVA, T. A. da; DUARTE, M. L. .; COELHO, C. M. de P. .; GUANDIQUE, M. E. G.; COSTA, H. S. Uso da terra e sua influência na qualidade da água em uma represa de abastecimento de água no município de Sorocaba – SP. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 42, p. e188984, abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2022.188984>. Acesso em: 30 dez. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul. – [s. l.] : Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. Disponível em: https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf Acesso em: 16 abr. 2024

SOUZA, C. C. de. **Avaliação da qualidade da água de um corpo hídrico urbano que deságua na Estação Ecológica de Carijós, Florianópolis/SC**. 2022. 79 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/233003> Acesso em: 18 abr. 2024

SOUZA JUNIOR, E. G. **Impacto de Pequenas Centrais Hidrelétricas na Qualidade da Água**: Estado da arte das pesquisas feitas na pós-graduação brasileira no período de 2004 a 2018. In: 17º Congresso Nacional do Meio Ambiente: Participação Social, Ética e Sustentabilidade, 23 a 24 de setembro 2020, Poços de Caldas - MG – Brasil. ISSN on-line n° 2317-9686 – v. 12 n.1 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346973138_Impacto_de_Pequenas_Centrals_Hidrelétricas_na_Qualidade_da_Agua_Estado_da_arte_das_pesquisas_feitas_na_pos-graduacao_brasileira_no_periodo_de_2004_a_2018. Acesso em: 10 abr. 2024.

TEN CATEN, A.; SAFANELLI, J. L.; RUIZ, L. F. C. Mapeamento multitemporal da cobertura de terra, por meio de árvore de decisão, na bacia hidrográfica do rio Marombas-SC. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 1198-1209, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p1198-1209/2015> Acesso em: 27 mar. 2024

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. **Estação Meteorológica Aeroporto Curitibanos (INMET)**. Site. Disponível em: <https://agriculturaconservacionista.ufsc.br/agrometeorologia/estacao-aeroporto-curitibanos-inmet/> Acesso em: 14 mar. 2024

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 472 p, 2014.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; ALMEIDA, I. R. de. Atlas climático da região sul do Brasil- Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Embrapa**, Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110041-atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil.pdf> Acesso em: 26 fev. 2024

**APÊNDICE A – PLANILHAS DE CÁLCULO PARA DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE
DE CONFORMIDADE AO ENQUADRAMENTO**

Ponto de coleta MC1

data	DBO	OD	pH	Fosforo	Turbidez	Coliformes
05/12/2022	1.7	7.7	7.09	(L) 0.025	27	428.333
22/02/2023	1.27	7.47	7.816	0.026	27.333	16.666
10/04/2023	1.2	8.03	7.017	(L) 0.025	4.7	590
12/06/2023	1.07	8.83	5.117	0.026	44	1100
03/08/2023	2.13	9.57	7.1	(L) 0.025	10.97	303.333
02/10/2023	1.73	8.17	7.59	(L) 0.025	6.9	(G)1100
Referência	até 5 mg/L	≥ 5 mg/L	6-9	até 0.1 mg/L	até 100 UNT	1000 por 100mL

Ponto de coleta RP2

data	DBO	OD	pH	Fosforo	Turbidez	Coliformes
05/12/2022	2.7	7.5	6.91	(L)0.025	36	1100
22/02/2023	1.93	7.77	7.596	(L)0.025	14.033	531.666
10/04/2023	0.73	7.73	7.04	0.039	5.17	560
12/06/2023	1.3	8.37	5.6	(L)0.025	4.13	740.333
03/08/2023	3.03	9.8	6.94	0.034	11.3	773.333
02/10/2023	1.7	7.93	7.35	(L)0.025	7.13	886.666
Referência	até 5 mg/L	≥ 5 mg/L	6-9	até 0.1 mg/L	até 100 UNT	1000 por 100mL

Ponto de coleta RC3

data	DBO	OD	pH	Fosforo	Turbidez	Coliformes
05/12/2022	3.5	7.9	7.24	0.028	59	830
22/02/2023	0.93	7.03	7.55	0.032	47.666	409.333
10/04/2023	1.1	7.57	6.96	0.044	19.8	886.666
12/06/2023	2.4	8.8	5.7	(L)0.025	6.2	813.333
03/08/2023	2.83	9.73	6.84	(L)0.025	22	830
02/10/2023	0.83	7.27	6.98	(L)0.025	19.6	454.333
Referência	até 5 mg/L	≥ 5 mg/L	6-9	até 0.1 mg/L	até 100 UNT	1000 por 100mL

Ponto de coleta MB4

data	DBO	OD	pH	Fosforo	Turbidez	Coliformes
05/12/2022	7.6	8.3	7.38	0.164	24	31
22/02/2023	2.13	7.93	7.493	(L)0.025	14.166	745
10/04/2023	1.23	7.7	7.07	0.0393	22	803.333
12/06/2023	3.3	10.77	5.46	(L)0.025	4.8	738.333
03/08/2023	3.1	10.03	6.903	(L)0.025	24	476.666
02/10/2023	1.33	7.67	6.98	(L)0.025	20.67	813.333
Referência	até 5 mg/L	≥ 5 mg/L	6-9	até 0.03 mg/L	até 100 UNT	1000 por 100mL

Ponto de coleta PS5

data	DBO	OD	pH	Fosforo	Turbidez	Coliformes
05/12/2022	0.7	6.5	7.46	(L)0.025	15.3	182
22/02/2023	5.43	6.57	7.39	0.092	19.266	1100
10/04/2023	6.2	7.1	7.047	0.134	7.47	742.666
12/06/2023	6.97	7.7	5.463	0.207	37.67	1100
03/08/2023	5.7	9.73	6.84	0.104	12.13	1100
02/10/2023	4.87	7.43	6.87	0.097	17.97	(G)1100
Referência	até 5 mg/L	≥ 5 mg/L	6-9	até 0.1 mg/L	até 100 UNT	1000 por 100mL

(L) = menor que, (G) = maior que, **negrito**= não atende ao valor de referência