

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
*CAMPUS* DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM  
FREDERICO WESTPHALEN  
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

Larissa Rafaela Flores

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO  
AMBIENTAL DO RIO LAJEADO LAMBEDOR, ERVAL SECO-RS

Frederico Westphalen, RS  
2023

Larissa Rafaela Flores

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO AMBIENTAL  
DO RIO LAJEADO LAMBEDOR, ERVAL SECO-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Santa Maria (UFSM, RS) *campus* Frederico  
Westphalen, como componente obrigatório  
para conclusão do curso em Engenharia  
Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jaqueline Ineu Golombieski

Frederico Westphalen, RS

2023

## AGRADECIMENTO

Diante do presente trabalho, gostaria de agradecer algumas pessoas que me auxiliaram nessa caminhada e deram suporte até chegar aqui.

Primeiramente agradeço a minha família, minha mãe Mathilde Flores e meus irmãos Graziela Flores e Felipe Flores, por nunca medir esforços e por sempre apoiar minhas escolhas.

Gostaria de agradecer meus amigos/ “minha família” de Frederico Westphalen, obrigada por fazer essa jornada longe de casa uma experiência incrível e cheia de memórias lindas. Entre alguns amigos dedico este agradecimento em especial a vocês: Cami, Dani, Grazi, Jaque, Luiza e Sami.

Um agradecimento muito especial a minha orientadora Professora Dr.<sup>a</sup> Jaqueline Ineu Golombieski, uma mulher guerreira que, mesmo com suas batalhas, sempre se preocupa com seus alunos/ “filhos acadêmicos”. Obrigada por sempre me apoiar e incentivar.

Quero agradecer a todos os professores do DETA que sempre foram muito queridos, pacientes e atenciosos comigo e com meus colegas. Gostaria de agradecer em especial o professor Dr. Willian Fernando de Borba por aceitar ser meu orientador durante o período de licença da prof. Jaque, e por ter muita paciência comigo nos momentos de agendar as datas para as coletas. Um agradecimento especial ao professor Dr. Raphael Corrêa Medeiros que me auxiliou em momentos de dúvida com muita calma e paciência.

Agradeço muito a técnica de laboratório Michele Sauer por me ajudar, orientar e tirar minhas dúvidas durante o período de análise das águas coletadas, e também pela amizade criada durante esse período.

Agradeço o Grupo de Monitoramento Ambiental (GMA), ou melhor, “Grupo di Jaque” por todo ensinamento adquirido. Quero agradecer principalmente a mestranda Keli por toda ajuda nos dias das coletas e também nas análises em laboratório.

Graças a todos vocês este trabalho foi concluído!

## RESUMO

# MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO RIO LAJEADO LAMBEDOR, ERVAL SECO-RS

AUTORA: Larissa Rafaela Flores

ORIENTADORA: Dr.<sup>a</sup> Jaqueline Ineu Golombieski

O crescimento populacional resulta em grandes demandas por água, mas por outro lado esta ação também impacta a qualidade desta, visto isso, é fundamental ter o conhecimento sobre as características da água para conseguir detectar possíveis contaminantes. O objetivo deste trabalho foi de monitorar a qualidade da água do Rio Lajeado Lambedor, localizado no município de Erval Seco – RS (Brasil), através da avaliação de variáveis ambientais. Foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas da água, sendo elas pH, temperatura, nitrito, ferro total, fósforo total, turbidez, condutividade elétrica, cor verdadeira, nitrogênio total Kjeldhal, amônia total, nitrito e nitrato, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, sólidos totais, coliformes totais e *Escherichia coli*. Foram determinados cinco pontos (P1 – nascente do rio principal, P2 – nascente rio secundário, P3 – trecho do rio principal, P4 – trecho do rio secundário e P5 – trecho final), durante o período de sete meses. Após os resultados foram comparados e enquadrados em classes de qualidade da água conforme a legislação vigente, sendo esta o Conselho Nacional do Meio Ambiente Resolução n° 357 de 2005, exceto nitrogênio total Kjeldhal e condutividade elétrica. Ademais realizou-se a avaliação macroscópica ambiental de cada ponto e o Índice de Qualidade da Água. Referente à classificação de acordo com a legislação, os pontos 1, 2, 3 e 4 na maioria dos meses foram enquadrados como classe 3, entretanto o ponto 5, na maioria dos meses, foi enquadrado como classe 4. Em relação à avaliação macroscópica ambiental as nascentes foram classificadas como classe C (grau de preservação *Razoável*) e os outros pontos foram classificados como classe D (grau de preservação *Ruim*). E para o Índice de Qualidade da Água nos pontos, em geral, foi classificada como qualidade *Boa*. Os resultados obtidos mostram que a atividade antrópica influencia diretamente na qualidade da água do Rio Lajeado Lambedor, sugerindo-se que sejam realizadas periodicamente campanhas de conscientização e educação ambiental, melhorias na cobertura vegetal ao redor do percurso dos rios e no sistema de esgotamento, e também seja realizado com mais frequência o monitoramento do Rio Lajeado Lambedor e de seus afluentes.

Palavras-Chave: Ação antrópica. Análise macroscópica. Curso hídrico. Preservação ambiental.

## ABSTRACT

### WATER QUALITY MONITORING AND ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE LAJEADO LAMBEDOR RIVER, ERVAL SECO-RS

AUTHOR: Larissa Rafaela Flores

ADVISOR: Dr<sup>a</sup> Jaqueline Ineu Golombieski

Population growth results in large demands for water, but on the other hand this action also impacts its quality, therefore, it is essential to have knowledge about the characteristics of water to be able to detect possible contaminants. The objective of this work was to monitor the water quality of the Lajeado Lambedor River, located in the municipality of Erval Seco – RS (Brazil), through the evaluation of environmental variables. Physical, chemical and microbiological analyzes of the water were carried out, including pH, temperature, nitrite, total iron, total phosphorus, turbidity, electrical conductivity, true color, total nitrogen Kjeldhal, total ammonia, nitrite and nitrate, dissolved oxygen, biochemical demand for oxygen, total solids, total coliforms and Escherichia coli. Five points were determined (P1 – source of the main river, P2 – source of the secondary river, P3 – section of the main river, P4 – section of the secondary river and P5 – final section), during a period of seven months. Afterwards, the results were compared and classified into water quality classes according to current legislation, this being the National Environmental Council Resolution No. 357 of 2005, except total Kjeldhal nitrogen and electrical conductivity. Furthermore, a macroscopic environmental assessment of each point and the Water Quality Index were carried out. Regarding the classification according to legislation, points 1, 2, 3 and 4 in most months were classified as class 3, however point 5, in most months, was classified as class 4. Regarding the macroscopic environmental assessment the springs were classified as class C (Reasonable preservation level) and the other points were classified as class D (Poor preservation level). And for the Water Quality Index at the points, in general, it was classified as Good quality. The results obtained show that human activity directly influences the water quality of the Lajeado Lambedor River, suggesting that awareness and environmental education campaigns be carried out periodically, improvements in the vegetation cover around the rivers' path and in the sewage system, and monitoring of the Lajeado Lambedor River and its tributaries should also be carried out more frequently.

Keywords: Anthropogenic action. Macroscopic analysis. Water course. Environmental preservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação e usos das águas doces.....	20
Figura 2- Mapa de localização do Município de Erval Seco-RS. ....	21
Figura 3- Mapa de uso do solo no município de Erval Seco. ....	22
Figura 4- Mapa de localização de cada um dos pontos de coleta de água. a) Imagem de satélite de cada ponto. b) Diagrama de localização dos pontos, percurso dos rios e área urbana. ....	23
Figura 5- Coleta da água na nascente do Lajeado Lambedor (P1).....	24
Figura 6- Coleta de água na nascente do rio secundário (P2). ....	24
Figura 7- Coleta de água no meio do trecho do rio Lajeado Lambedor (P3).....	25
Figura 8- Coleta de água no meio do trecho do rio secundário (P4). ....	25
Figura 9- Coleta da água no fim do trecho, rio Lajeado Lambedor (P5). ....	26
Figura 10- Determinação de variáveis físicas <i>in situ</i> . a)Determinação do pH no P3. b)Determinação da temperatura no P3. ....	27
Figura 11- Determinação de Fósforo total nas amostras. ....	27
Figura 12- Determinação das variáveis microbiológicas. a) Determinação de coliformes totais. b) Determinação de <i>E. coli</i> . ....	28
Figura 13- Classificação do Índice de Qualidade da Água. ....	31
Figura 14- Curvas médias de variação de qualidade das águas.....	32
Figura 15- Precipitação pluviométrica mensal ao longo do período amostral em Erval Seco. ....	33
Figura 16- Resultados do IQA durante os meses no P1. ....	60
Figura 17- Resultados do IQA durante os meses no P2. ....	61
Figura 18- Resultados do IQA durante os meses no P3. ....	62
Figura 19- Resultados do IQA durante os meses no P4. ....	63
Figura 20- Resultados do IQA durante os meses no P5. ....	64

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Variáveis físico-químicas e microbiológicas unidades de medida e método utilizado para estudo.....	29
Quadro 2- Parâmetros de Avaliação Macroscópica. ....	30
Quadro 3- Classificação quanto ao grau de conservação. ....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores de pH (unidades) nos pontos amostrados.....	34
Tabela 2- Valores de temperatura (°C) nos pontos amostrados. ....	35
Tabela 3- Concentrações de nitrito (mg/L) nos pontos amostrados. ....	36
Tabela 4- Concentrações de ferro total (mg/L) nos pontos amostrados. ....	37
Tabela 5- Concentrações de fósforo total(mg/L) nos pontos amostrados. ....	39
Tabela 6- Valores de turbidez (uT) nos pontos amostrados. ....	40
Tabela 7- Valores de condutividade elétrica (µS/cm) nos pontos amostrados.....	41
Tabela 8- Valores de cor verdadeira (uH) nos pontos amostrados.....	42
Tabela 9- Concentrações de amônia total (mg/L) nos pontos amostrados. ....	44
Tabela 10- Concentrações de nitrito + nitrato (mg/L) nos pontos amostrados. ....	45
Tabela 11- Concentrações de OD (mg/L) nos pontos amostrados. ....	46
Tabela 12- Concentrações de DBO (mg/L) nos pontos amostrados. ....	48
Tabela 13- Concentrações de sólidos totais (mg/L) nos pontos amostrados. ....	49
Tabela 14- Variáveis biológicas (Coliformes Totais e <i>E. coli</i> ) em NMP/100 ml. ....	52
Tabela 15- Resultados da análise macroscópica nos cinco pontos.....	53
Tabela 16- Valores máximos permitidos para cada classe da CONAMA nº 357 de 2005. ....	55
Tabela 17- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de julho de 2022.....	56
Tabela 18- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de agosto de 2022.....	57
Tabela 19- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de setembro de 2022. ....	57
Tabela 20- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de outubro de 2022.....	57
Tabela 21- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de novembro de 2022.....	58
Tabela 22- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de dezembro de 2022. ....	58
Tabela 23- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de janeiro de 2023.....	59



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS.....	12
<b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
2.1 QUALIDADE DA ÁGUA.....	12
<b>2.1.1 Variáveis da Qualidade da Água.....</b>	<b>13</b>
2.1.1.1 Variáveis Físicas.....	13
2.1.1.1.1 <i>Condutividade Elétrica.....</i>	<i>13</i>
2.1.1.1.2 <i>Sólidos Totais .....</i>	<i>14</i>
2.1.1.1.3 <i>Temperatura .....</i>	<i>14</i>
2.1.1.1.4 <i>Turbidez.....</i>	<i>14</i>
2.1.1.1.5 <i>Cor verdadeira .....</i>	<i>14</i>
2.1.1.2 Variáveis Químicas.....	15
2.1.1.2.1 <i>Ferro Total .....</i>	<i>15</i>
2.1.1.2.2 <i>Fósforo Total.....</i>	<i>15</i>
2.1.1.2.3 <i>Demanda Bioquímica de Oxigênio.....</i>	<i>15</i>
2.1.1.2.4 <i>Amônia, Nitrito e Nitrato.....</i>	<i>16</i>
2.1.1.2.5 <i>Nitrito .....</i>	<i>16</i>
2.1.1.2.6 <i>Oxigênio Dissolvido .....</i>	<i>16</i>
2.1.1.2.7 <i>Potencial Hidrogênioônico.....</i>	<i>17</i>
2.1.1.2.8 <i>Nitrogênio Total Kjeldhal.....</i>	<i>17</i>
2.1.1.3 Variáveis Microbiológicas.....	17
2.1.1.3.1 <i>Coliformes Totais .....</i>	<i>17</i>
2.1.1.3.2 <i>Coliformes Termotolerantes.....</i>	<i>17</i>
2.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	18
2.3 LEGISLAÇÃO VIGENTE DE ENQUADRAMENTO.....	19
<b>2.3.1 Resolução CONAMA 357/2005 .....</b>	<b>19</b>
2.4 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL.....	20
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>21</b>

3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	21
3.2	CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA .....	22
3.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS .....	26
3.4	AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL.....	29
3.5	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	30
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
4.1	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA .....	33
4.2	VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS .....	33
4.2.1	Potencial Hidrogeniônico.....	33
4.2.2	Temperatura .....	34
4.2.3	Nitrito.....	35
4.2.4	Ferro Total .....	36
4.2.5	Fósforo Total.....	38
4.2.6	Turbidez .....	39
4.2.7	Condutividade elétrica .....	40
4.2.8	Cor Verdadeira .....	41
4.2.9	Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK).....	42
4.2.10	Amônia Total .....	43
4.2.11	Nitrito e Nitrato .....	44
4.2.12	Oxigênio Dissolvido (OD).....	45
4.2.13	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	47
4.2.14	Sólidos Totais .....	48
4.3	VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICAS.....	49
4.3.1	Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i> .....	49
4.4	AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL.....	53
4.5	CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE.....	55
4.6	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	60
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e às mudanças nos padrões de consumo, a demanda por água vem, e continuará, aumentando em todo o mundo. Esta demanda por água aumenta mundialmente aproximadamente 1% ao ano, logo, a escassez hídrica é um problema que afetará o mundo todo (UN WATER, 2018).

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, a Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, foi instituída com o objetivo de assegurar às atuais e futuras gerações disponibilidade de água em quantidade e qualidade a partir da utilização racional e integrada dos recursos hídricos, além de trazer fundamentos que afirmam que a água é um bem de domínio público. (BRASIL, 1997).

Portanto, fatores importantes como a gestão ambiental e o saneamento básico contribuem indiretamente na preservação dos recursos hídricos. Tópicos como estes, de caráter conservativo, se tornam indispensáveis para que a população futura possa ter água com qualidade e em quantidade necessária para atender às necessidades (SILVA, ALVES, e PORTILHO, 2016).

Pensando nisso, o monitoramento da qualidade da água pode contribuir significativamente com fatores ligados à perda de qualidade da água por ações humanas e à escassez hídrica. Com o monitoramento dos corpos d'águas, variáveis quantitativas e qualitativas são observadas a fim de alertar as regiões sobre o nível de degradação encontrado, e assim, conseguir atuar sobre o agente poluidor com ações que possam remediar e/ou minimizar os impactos gerados (DANVI et al., 2017).

De acordo com Oliveira (2011), o monitoramento do corpo hídrico permite que sejam feitas análises físicas que propiciem a compreensão sobre as características estéticas da água, que estão associadas aos compostos em suspensão. No ponto de vista de Von Sperling (2014), o monitoramento também possibilita um estudo sobre os aspectos químicos da água, podendo classificá-la a partir de suas características minerais, acarretando na determinação do grau de contaminação dos poluentes e avaliação do equilíbrio bioquímico.

Além disso, o monitoramento viabiliza análises referentes aos aspectos microbiológicos, que, de acordo com Nascimento e Araújo (2013), seriam os mais importantes em questão de qualidade da água, visto que estão diretamente ligados às doenças de veiculação hídrica.

Pode-se perceber que a qualidade da água é de suma importância no âmbito ambiental, econômico e social, porém o constante crescimento demográfico e a ocupação sem

planejamento de muitos locais, de acordo com Souza et al. (2014), estão acarretando em problemas e alterações referentes à quantidade e à qualidade dessas águas.

Pensando nisso, é importante realizar o monitoramento dos recursos hídricos, pois a partir deste é possível verificar as principais vulnerabilidades do local, indicar as possíveis alterações e, por conseguinte com os dados coletados, elaborar ações e estratégias de conservação, preservação e remediação (SILVA e ARAÚJO, 2017).

Sendo assim, o presente trabalho apresenta um estudo referente ao monitoramento e avaliação de um corpo d'água de um município no interior do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), a fim de conhecer as características físicas, químicas e microbiológicas deste recurso hídrico.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

O presente estudo teve como objetivo monitorar a qualidade da água do Rio Lajeado Lambedor localizado no município de Erval Seco – RS (Brasil), através da avaliação das variáveis ambientais.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as variáveis físico-químicas e microbiológicas em diferentes pontos ao longo do percurso do Rio Lajeado Lambedor.
- Enquadrar o Rio Lajeado Lambedor em uma das classes estabelecidas pela legislação vigente, pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005.
- Identificar possíveis impactos ambientais ao entorno do corpo d' água através da análise macroscópica.
- Verificar a qualidade da água do Rio Lajeado Lambedor a partir da avaliação do índice de qualidade da água (IQA).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 QUALIDADE DA ÁGUA

O conceito de qualidade da água é muito abrangente, visto que não se pode simplesmente caracterizar a água apenas pela sua fórmula molecular ( $H_2O$ ) (VON

SPERLING, 2014). Por isso Telles e Costa (2007) afirmam que as características da água são originadas a partir do ambiente natural e antrópico pelo qual essa água percola ou fica armazenada.

De acordo com Martins et al. (2017), é necessário conhecer a qualidade da água de todos os corpos hídricos, já que, a partir deste mecanismo, é possível obter informações capazes de auxiliar em estratégias que possibilitam a conservação, a recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, e assim, diminuir possíveis conflitos.

Existem diversas maneiras de aproveitar a água, este bem natural pode ser usado para diversas finalidades, no entanto, quando este uso é realizado de forma inadequada a qualidade da água pode ser prejudicada. Dessa forma, analisar a qualidade da água serve também como prevenção e garantia para os múltiplos usos do recurso hídrico (AMÉRICO-PINHEIRO e RIBEIRO, 2018).

Uma água com boa qualidade é essencial tanto para o ser humano, quanto para a existência dos ecossistemas. Contudo, não é tão simples determinar a qualidade da água, é necessário levantamento de múltiplos aspectos como os processos físicos, químicos, biológicos e as interações externas do meio (CARVALHO et al., 2016).

Segundo Santos et al. (2018), as variáveis mais utilizadas para estudar a qualidade da água são oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes totais e coliformes termotolerantes, fósforo, nitrogênio e clorofilas. Cada variável, segundo os autores, serve como indicador de proteção, condições microbiológicas ou de eutrofização, e pode influenciar diretamente na qualidade da água.

## **2.1.1 Variáveis da Qualidade da Água**

### **2.1.1.1 Variáveis Físicas**

#### *2.1.1.1.1 Condutividade Elétrica*

A condutividade elétrica auxilia na identificação de modificação no curso hídrico, porém acabam não sendo um indicador de qualidade relativa. Quanto maior a quantidade de sólidos dissolvidos, maior será a condutividade na água (CETESB, 2016E).

Ainda segundo a Cetesb (2016 E) a condutividade elétrica pode variar com a quantidade de sólidos dissolvidos, também depende da temperatura e da concentração de íons, indicando assim, a quantidade de sais na água. Em geral, níveis de condutividade superiores a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  indicam ambientes impactados.

#### 2.1.1.1.2 *Sólidos Totais*

Os sólidos totais presentes na água são formados a partir dos sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos. Os sólidos em suspensão podem ser sedimentáveis ou não sedimentáveis. Já os sólidos dissolvidos, voláteis ou fixos, são aquelas partículas com diâmetro menor que  $10^{-3}$   $\mu\text{m}$  (FUNASA, 2014).

O aumento de sólidos no meio aquático pode ocorrer de duas formas, natural ou antropogênica. A forma natural seria a partir do processo de erosão, detritos orgânicos e a partir de organismo. Já a forma antropogênica, geralmente, está relacionada ao lançamento de efluentes ou de resíduos sólidos no curso hídrico (AMÉRICO-PINHEIRO e RIBEIRO, 2018).

#### 2.1.1.1.3 *Temperatura*

A temperatura é uma variável que possui uma enorme importância para o meio ambiente, pois acaba influenciando diversas variáveis físico-químicas. Um aumento de temperatura, de 0 a 30, que pode ocorrer devido à sazonalidade, período do dia, profundidade ou até mesmo devido à altitude ou latitude, pode ocasionar na alteração da tensão superficial, viscosidade, condutividade térmica, pressão de evaporação entre outros aspectos da água (CETESB, 2016E).

Muitos organismos dependem de uma temperatura ótima para sua sobrevivência, o que acaba interferindo nos períodos de crescimento populacional e migração, ou seja, possuem temperaturas máximas e mínimas para a sua estabilidade (CETESB, 2016E).

#### 2.1.1.1.4 *Turbidez*

A turbidez é uma variável oriunda da presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem o grau de transparência e de passagem da luz. A turbidez pode ser resultado da presença de plânctons, algas, matéria orgânica e areia. Além disso, processos naturais como erosão, despejos de esgoto domésticos e industriais, assim como as altas concentrações de ferro, zinco e manganês também podem contribuir para altos valores de turbidez (RIBEIRO et al., 2021).

#### 2.1.1.1.5 *Cor verdadeira*

A cor é obtida a partir do reflexo da luz em partículas minúsculas, sólidos dissolvidos, de origem orgânica ou inorgânica. Os sólidos de origem orgânica geralmente são ácidos

húmico e fúlvico, já os inorgânicos são de origem de compostos de ferro, manganês e de efluentes industriais (FUNASA, 2014).

A cor verdadeira está ligada com o aspecto visual da água, e quando sofre alguma alteração pode provocar estranheza nos consumidores, um pré-julgamento de repulsão (SILVA et al., 2018).

#### 2.1.1.2 Variáveis Químicas

##### 2.1.1.2.1 Ferro Total

O ferro não é um elemento considerado tóxico, porém em elevadas quantidades pode atribuir cor à água em que está concentrado. Essa alta concentração de ferro geralmente ocorre em situações em que há ausência de oxigênio dissolvido. Em condições anaeróbias o ferro se apresenta na forma solúvel, e volta a precipitar quando está em contato com o oxigênio (FUNASA, 2014).

##### 2.1.1.2.2 Fósforo Total

O fósforo é um dos principais nutrientes do ecossistema aquático, esta variável é responsável pelo crescimento e desenvolvimento de fitoplânctons e de macrófitas. Porém, quando este nutriente, fundamental para os processos biológicos aquáticos, se encontra em grandes concentrações pode ocorrer o crescimento descontrolado de organismos fotossintetizantes e resultar na eutrofização do corpo hídrico (AMÉRICO-PINHEIRO e RIBEIRO, 2018).

Naturalmente as concentrações de fósforo são pequenas, e são providas a partir de decomposição de vegetais e plantas. No entanto o lançamento de efluentes doméstico contendo detergentes à base de fosfato e matéria orgânica, o lançamento de efluentes industriais e a drenagem das áreas urbanas e agrícolas podem contribuir para o aumento da quantidade de fósforo no curso d' água (AMÉRICO-PINHEIRO; RIBEIRO, 2018).

##### 2.1.1.2.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO), expresso por mg/L, é um dos principais padrões para realizar a caracterização do grau de poluição (JÚNIOR et al., 2020). A

quantidade de DBO pode ser obtida a partir da concentração de oxigênio dissolvido consumido por microrganismos presentes na água (SILVA; ARAÚJO, 2017).

Conforme Cetesb (2016 E) a demanda bioquímica de oxigênio está relacionada com a oxidação, realizada por decomposição microbiana aeróbia, da matéria orgânica. De modo geral, de acordo com autores o aumento das concentrações de DBO, em um recurso hídrico, pode ser provocado devido ao despejo de uma elevada carga orgânica.

#### *2.1.1.2.4 Amônia, Nitrito e Nitrato*

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas na forma de amônia, nitrato e nitrito. O nitrato e nitrito são as formas oxidadas e a amônia é a redução do nitrogênio. Contudo, a amônia livre se torna tóxica para os organismos no meio aquático, e o nitrato, em concentrações altas, pode ser associado à doença metahemoglobinemia infantil (Síndrome do bebê azul), uma doença que dificulta o transporte de oxigênio na corrente sanguínea (CETESB, 2016E).

#### *2.1.1.2.5 Nitrito*

O nitrito é considerado a forma reduzida do nitrato, quando encontrado em água pode estar relacionado com áreas agrícolas, as quais utilizam compostos nitrogenados como adubo. Quando o nitrito se encontra em altas concentrações no corpo hídrico, esta variável se torna um poluente com alto risco para a saúde da população, principalmente para bebês, idosos e gestantes (FABRIS; JOÃO e BORGES, 2020).

#### *2.1.1.2.6 Oxigênio Dissolvido*

O oxigênio dissolvido (OD) está diretamente associado a processo químicos, físicos e biológicos que estão acontecendo no curso hídrico. Esta variável é uma das mais importantes, pois é a que melhor expressa como está à qualidade do meio aquático (FUNASA, 2014).

Contudo o OD pode ter origem natural, a partir da dissolução do oxigênio atmosférico e por organismos fotossintéticos, ou também origem antrópica (VON SPERLING, 2014).



#### 2.1.1.2.7 Potencial Hidrogênioônico

O potencial hidrogênioônico (pH) representa a condição ácida ou alcalina da água através da presença de íons de hidrogênio ( $H^+$ ). O pH tem uma faixa que varia de 0 a 14, valores menores que 7 estão em condição ácida e valores maiores que 7 estão em condição alcalina ou básica (FUNASA, 2014). Os mesmos autores ressaltam ainda que o pH influencia bastante nos processos químicos e biológicos. As alterações no pH têm origens naturais, dissolução das rochas ou fotossíntese, ou por ações antrópicas (efluentes domésticos ou de indústrias).

#### 2.1.1.2.8 Nitrogênio Total Kjeldhal

No curso hídrico o nitrogênio pode ser encontrado de diversas formas, como: nitrogênio molecular; nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão); amônia (livre e ionizada); nitrito e nitrato. A organização das formas pode ocorrer de forma natural ou de forma antrópica. É importante destacar que o nitrogênio é um dos principais nutrientes para o crescimento de algas e em elevadas concentrações tem como consequência a eutrofização das águas (VON SPERLING, 2014).

#### 2.1.1.3 Variáveis Microbiológicas

##### 2.1.1.3.1 Coliformes Totais

Coliformes totais possuem grande importância para o monitoramento da qualidade da água e para o controle de contaminação. A partir desta variável é possível verificar a presença de possíveis doenças patogênicas. Conforme os padrões de potabilidade estes devem se encontrar ausentes na água (SPECIAN et al., 2021).

Os coliformes totais representam um grupo de famílias de bactérias, na maioria das vezes esses microrganismos podem estar presentes no solo, plantas e em animais. O grupo de coliformes que mais se destaca são os termotolerantes (FERNANDES et al., 2021).

##### 2.1.1.3.2 Coliformes Termotolerantes

*Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes, possui origem exclusivamente fecal, estão presentes em fezes animais e de humanos. São

considerados indicadores de contaminação fecal em águas doces e são muito usados para avaliação da qualidade da água (CETESB, 2016E).

Segundo Collares et al. (2021) altas concentrações de coliformes fecais encontrados na água é um indício de deposição de resíduo orgânico animal no solo ou de lançamento de efluentes nas proximidades ou diretamente no corpo hídrico. Esta contaminação pode expondo a população a doenças patogênicas.

Além disso, coliformes termotolerantes também são os principais indicadores de eficiência dos processos relacionados à inativação e descontaminação, pois facilmente são inativados a partir da desinfecção (LEÃO et al., 2018).

## 2.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

O Índice de Qualidade das Águas (IQA) foi desenvolvido nos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundation e adaptado pela CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), tendo como finalidade avaliar a qualidade da água visando seu uso. Sendo assim, geralmente, as variáveis utilizadas para o cálculo do IQA (temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total e turbidez) são indicadores de contaminação oriundos do efluente despejado no recurso hídrico (ANA, 2016).

O uso dos Índices de Qualidade de Água tem por finalidade avaliar as mudanças na qualidade ambiental, em determinado período de tempo, acompanhar a qualidade dos recursos hídricos superficiais, identificar problemas de qualidade de água, auxiliar na pesquisa científica e na redução da grande quantidade de dados, e também servir como instrumento na gestão dos recursos hídricos (LEITÃO et al., 2015).

A avaliação do IQA não substitui uma avaliação detalhada da qualidade da água, já que este índice não analisa várias variáveis importantes como, por exemplo, substâncias tóxicas (metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água (ANA, 2016).

O Índice de Qualidade da Água é um método usado em muitos lugares, entretanto cada um desses lugares pode possuir suas características específicas de enquadramento para o IQA, características específicas como faixas de valores diferentes para cada classe, nomenclatura para cada classe modificada e padrões para o uso da água estabelecidos.

Um exemplo disso acontece no estado de Minas Gerais em que o órgão responsável pelo monitoramento da qualidade de suas águas é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), este órgão criou sua própria classificação, sendo assim, valores de IQA menores ou igual a 25 são classificados como “Muito Ruim”; valores maiores que 25, mas menores ou iguais a 50 são classificados como “Ruim”; valores maiores que 50 e menores ou iguais a 70 são classificados como “Médio”; IQA maior que 70 e menor ou igual a 90 pode ser classificado como “Bom”; e por fim valores de IQA maiores que 90 ou iguais ou menores que 100 são classificados como “Excelente”.

## 2.3 LEGISLAÇÃO VIGENTE DE ENQUADRAMENTO

### 2.3.1 Resolução CONAMA 357/2005

A Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 357, de 17 de março de 2005, é uma das resoluções sobre qualidade da água mais importante, ela dispõe sobre a classificação dos corpos de água e aponta diretrizes ambientais para o seu enquadramento, trazendo os valores máximos permitidos para as variáveis físicas, químicas e microbiológicas (BRASIL, 2005).












Conforme a Resolução é adotada a seguinte nomenclatura para as águas: água doce, água salobra e água salina, esta definição está associada ao teor de salinidade da água. Portanto, para cada tipo de água é possível enquadrar a água em uma classe referente à sua qualidade.

A CONAMA traz no seu artigo 2º, inciso XX, que o enquadramento é:

“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” (BRASIL, 2005).

Dessa forma, para água doce existem cinco classes em que o curso d’ água pode ser enquadrado. Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Dependendo da classe que a água estiver enquadrada, ela terá um uso que ela pode atender, portanto, quanto melhor a qualidade da água, menor serão as exigências para uso (Figura 1).

Figura 1- Classificação e usos das águas doces.

USOS DAS ÁGUAS DOCES		CLASSES DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA				
		ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas			Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário						
Aquicultura						
Abastecimento para consumo humano		Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário						
Pesca						
Irrigação			Hortalças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortalças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais						
Navegação						
Harmonia paisagística						

Fonte: ANA (2016).

## 2.4 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL

A avaliação macroscópica é um método simples, prático e didático usado para verificar, de forma qualitativa e visual, o grau de conservação a partir da identificação dos impactos ambientais negativos presente no entorno de nascentes (LEAL et al., 2017).

Esta metodologia é um dos principais pontos de partida para a elaboração de um Plano de Manejo, já que a avaliação macroscópica é muito eficaz para o levantamento de dados referente a questões ambientais e fornece informações importantes sobre o manejo, preservação e proteção de nascentes (RESENDE et al., 2020).

De acordo com Melo, Gomes e Vale (2005), para a realização da análise macroscópica ambiental deve-se levar em consideração a coloração aparente e o odor da água, se há deposição de lixo, se há materiais flutuantes, espumas ou óleos, se tem despejo de esgoto, como é a vegetação ao entorno, se animais ou humanos usam a água, se esse corpo hídrico está protegido, perto de residências ou qual área está inserido. Após levantamento desses dados, conforme autores, é possível classificar o grau de preservação daquela área.

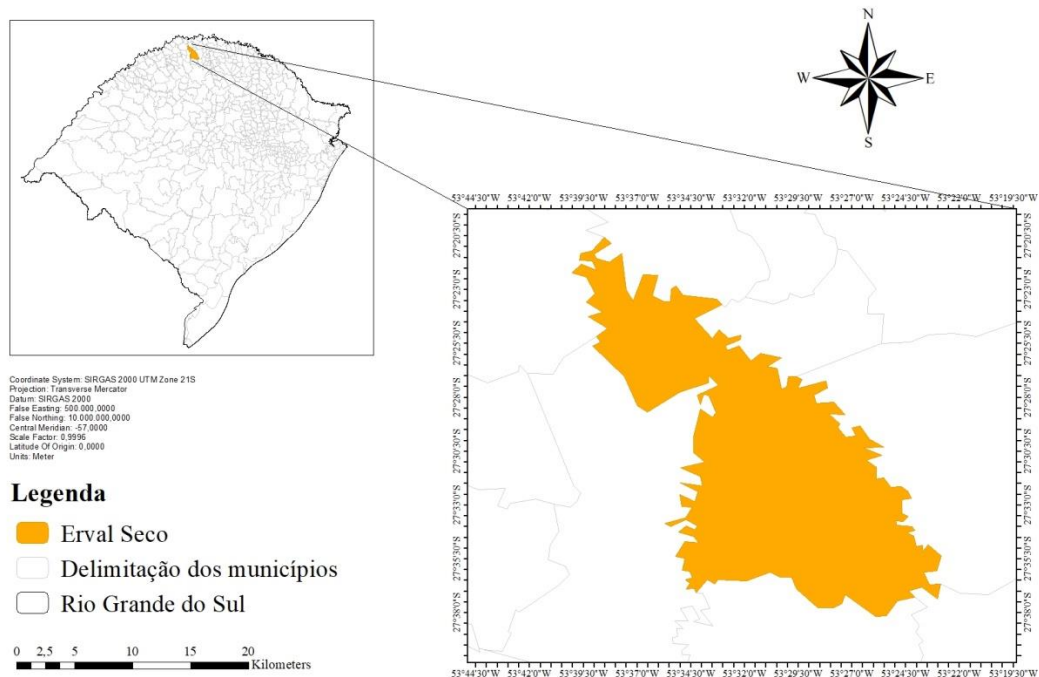
### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado no município de Erval Seco, localizado na região do médio alto Uruguai, no estado do Rio Grande do Sul (Figura 2). Está situado a 444 metros de altitude, com Latitude 27° 32' 33" Sul e Longitude 53° 30' 35" Oeste (CIDADE BRASIL, 2021).

O município possui uma área territorial de 357,181 km<sup>2</sup> e uma população estimada para 2022 de 6.787 habitantes (IBGE, 2022). Faz divisa com municípios ao norte com Tenente Portela, ao sul com Dois Irmãos das Missões, ao leste com Taquaruçu do Sul, Seberi e Boa Vista das Missões e a oeste com Redentora.

Figura 2- Mapa de localização do Município de Erval Seco-RS.



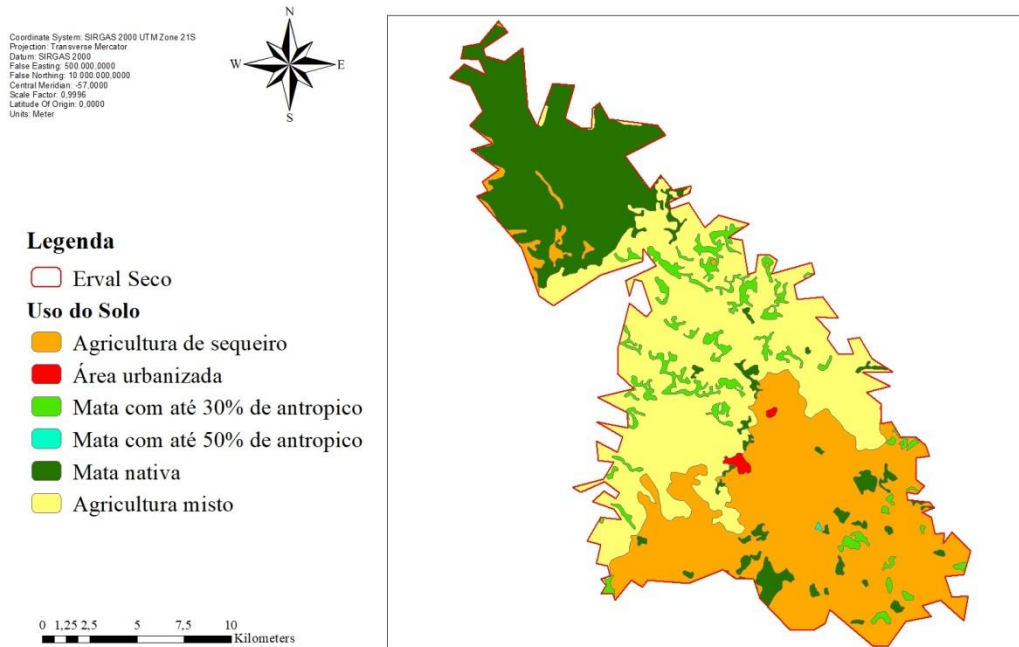
Fonte: Autora (2023).

Segundo Cunha et al. (2011), a vegetação composta pela formação de floresta, nativa da região, em sua grande parte está praticamente extinta e as terras, até o atual momento, foram divididas em pequenas lavouras familiares, as quais estão cobertas por culturas sucessivas anuais de verão e inverno.

Dados coletados pelo IBGE (2015) permitiram elaborar o mapa com o uso do solo em Erval Seco (Figura 3). No mapa podemos ver que a maior parte do uso do solo é destinado a

agricultura, tanto de sequeiro quanto a mista, e que ainda há áreas onde se encontram mata nativa sem alteração, contudo estão longe do centro urbano.

Figura 3- Mapa de uso do solo no município de Eral Seco.



Fonte: Adaptado IBGE (2015).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

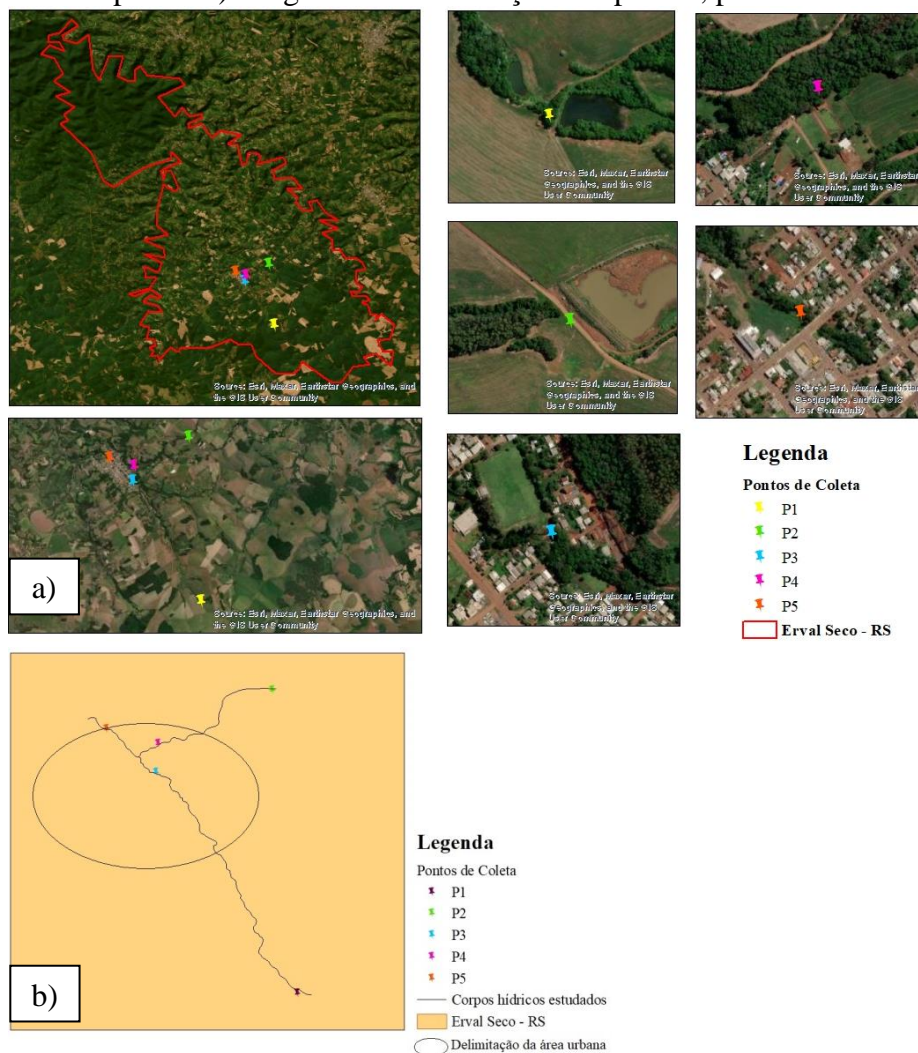
O Rio Lajeado Lambedor atravessa praticamente todo o município de Eral Seco, principalmente a área urbanizada do município, sendo que este divide ao meio toda a área urbana, e ao longo do seu trecho, recebe contribuição de outros riachos que acabam desembocando e influenciando nas suas características físico-químicas e microbiológicas.

Para realizar o monitoramento da qualidade da água e avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA), levou-se em consideração tanto o Rio Lajeado Lambedor na sua extensão que contempla a área urbanizada do município de Eral Seco, bem como um desses riachos, o qual não possui um nome oficialmente registrado que tem influencia direta no curso principal. Sendo assim o presente estudo teve como ponto inicial a nascente do Rio Lajeado Lambedor e o ponto final foi determinado no curso hídrico após o mesmo ter percorrido quase que a totalidade da área urbana.

As coletas da água foram realizadas mensalmente, em um período de sete meses, com início no mês de agosto de 2022 e término no mês de janeiro de 2023. Determinaram-se cinco

pontos de coleta (Figura 4), sendo eles: nascente rio Lajeado Lambedor (P1) (Figura 5); nascente riacho (P2) (Figura 6), trecho do Lajeado Lambedor que não sofreu influência do riacho estudado (P3) (Figura 7); trecho do riacho antes de desembocar no rio Lajeado Lambedor (P4) (Figura 8); e trecho após o Rio Lajeado Lambedor ser influenciado pelo riacho estudado (P5) (Figura 9).

Figura 4- Mapa de localização de cada um dos pontos de coleta de água. a) Imagem de satélite de cada ponto. b) Diagrama de localização dos pontos, percurso dos rios e área urbana.



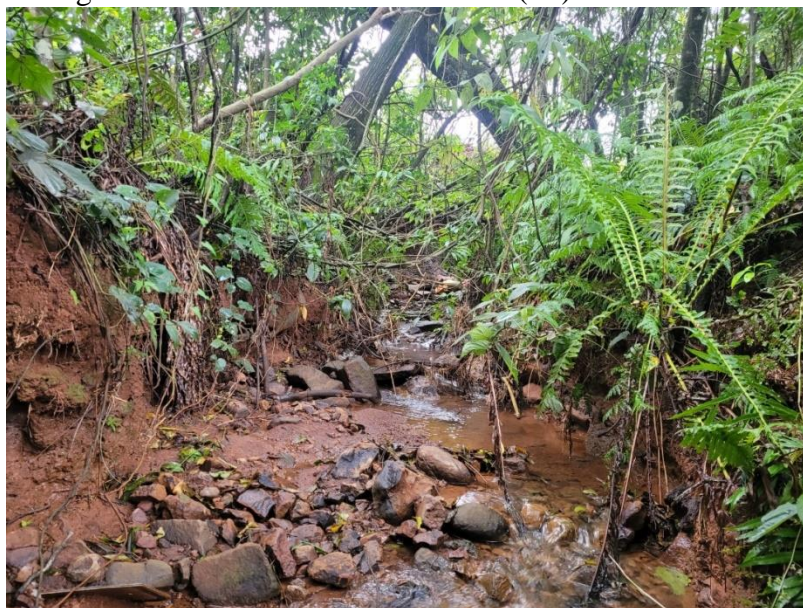
Fonte: Autora (2023).

Figura 5- Coleta da água na nascente do Lajeado Lambedor (P1).



Fonte: Autora (2023).

Figura 6- Coleta de água na nascente do rio secundário (P2).



Fonte: Autora (2023).



Figura 7- Coleta de água no meio do trecho do rio Lajeado Lambedor (P3).



Fonte: Autora (2023).

Figura 8- Coleta de água no meio do trecho do rio secundário (P4).



Fonte: Autora (2023).

Figura 9- Coleta da água no fim do trecho, rio Lajeado Lambedor (P5).



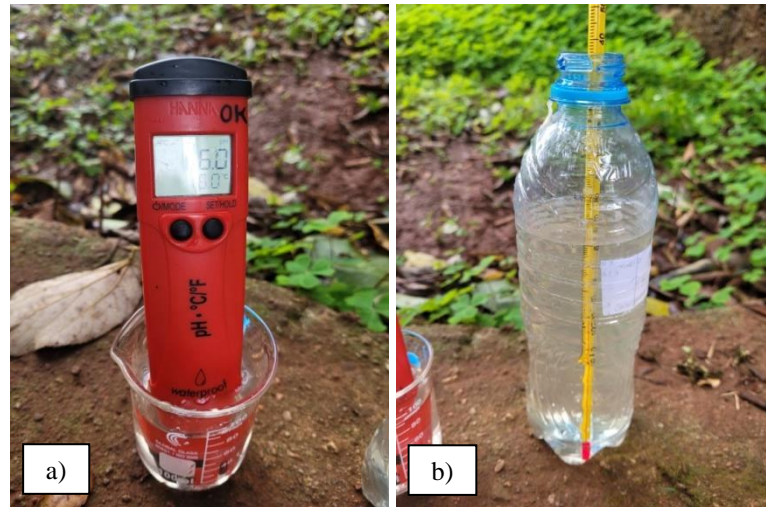
Fonte: Autora (2023).

### 3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Para a realização de análises físicas e químicas da água utilizaram-se para coletar a amostra, quatro garrafas pets de 500 ml, para cada ponto. Para as análises das variáveis de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) as amostras foram coletadas em frascos âmbar de em média 200 ml. Já para as análises microbiológicas de coliformes totais e *Escherichia coli*, utilizou-se frascos de vidro de 100 ml esterilizados em autoclave.

Algumas das variáveis foram medidas *in situ*, sendo elas: temperatura e pH (Figura 10). As demais variáveis foram medidas e analisadas no laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* da UFSM em Frederico Westphalen (Figura 11 e Figura 12). Para isso, após a coleta das amostras de água, as garrafas e os frascos foram armazenados em uma caixa térmica, a fim de preservar as características originais, conforme estabelece a ABNT-NBR 9898 (ABNT, 1987).

Figura 10- Determinação de variáveis físicas *in situ*. a) Determinação do pH no P3. b) Determinação da temperatura no P3.



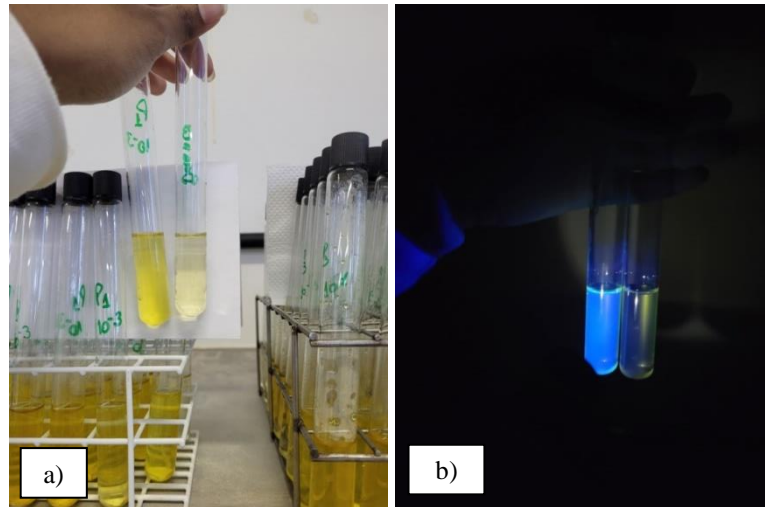
Fonte: Autora (2023).

Figura 11- Determinação de Fósforo total nas amostras.



Fonte: Autora (2023).

Figura 12- Determinação das variáveis microbiológicas. a) Determinação de coliformes totais. b) Determinação de *E. coli*.



Fonte: Autora (2023).

As análises físico-químicas e microbiológicas realizadas e o método utilizado para obter os resultados do estudo, estão dispostos no Quadro 1

Quadro 1- Variáveis físico-químicas e microbiológicas unidades de medida e método utilizado para estudo.

VARIÁVEIS	UNIDADE	MÉTODO
<b>Físicas</b>		
Condutividade Elétrica	μS/cm	Condutivímetro - 2510 B (APHA, 2012)
Sólidos Totais	mg/L	(APHA, 2012)
Temperatura	°C	Termômetro Portátil - 2550 B (APHA, 2012)
Turbidez	uT	Turbidímetro - 2130 B (APHA, 2012)
Cor Verdadeira	uH	Espectrofotométrico – 2120 B (APHA, 2012)
<b>Químicas</b>		
Ferro Total	mg/L	Espectrofotométrico - 4500 P-E (APHA, 2012)
Fósforo Total	mg/L	Espectrofotométrico - 4500 P-E (APHA, 2012)
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	Titulométrico - 5210 B (APHA, 2012)
Amônia Total	mg/L	Titulométrico (Tedesco et al., 1995)
Nitrito + Nitrato	mg/L	Titulométrico - (Tedesco et al., 1995)
Nitrito	mg/L	Espectrofotométrico – 4500-NO <sub>2</sub> (APHA, 2012)
Oxigênio dissolvido (OD)	mg/L	Titulométrico (APHA, 2012)
Potencial Hidrogeniônico	Unidades de pH	pHmetro - 4500 – H <sup>+</sup> B (APHA, 2012)
Nitrogênio Kjeldahl	mg/L	Titulométrico (APHA, 2012)
<b>Microbiológicas</b>		
Coliformes Totais	NMP/100 mL	Método dos tubos múltiplos (APHA, 2012)
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	Método dos tubos múltiplos (APHA, 2012)

Fonte: Autora (2023).

### 3.4 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL

Foram realizadas análises macroscópicas dos locais de estudo, conforme método adaptado de Gomes et al. (2005) e adaptado de Felipe e Magalhães (2012) (Quadro 2 e Quadro 3). Para a aplicação da avaliação macroscópica, foi realizada a caracterização visual dos pontos e do seu entorno, os quais foram coletados os dados específicos de cada localidade e identificados e anotados.

Quadro 2- Parâmetros de Avaliação Macroscópica.

Parâmetros Macroscópicos	Pontuação		
	Ruim (1 ponto)	Médio (2 pontos)	Bom (3 pontos)
Coloração da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Forte	(2) Fraco	(3) Sem cheiro
Resíduos ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem resíduos
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Ausente
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Esgoto Doméstico	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Vegetação (preservação)	(1) Alta degrad.	(2) Baixa degrad.	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detect.
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detect.
Prot. do local (cercado)	(1) Sem	(2) *Proteção - CA	(3) *Proteção - SA
Prox. de residências	(1) < de 50 m	(2) Entre 50 a 100 m	(3) >100 m
Tipo de área de inserção	(1) Ausente	(2) Privada	(3) Áreas prot.

\*Proteção - SA (Proteção sem acesso); e Proteção - CA (Proteção com acesso). Fonte: Adaptada de Felipe e Magalhães Jr (2012) e Gomes et al. (2005).

Quadro 3- Classificação quanto ao grau de conservação.

Classe	Grau de Preservação	Pontuação Final
A	Ótimo	37-39 pontos
B	Bom	34-36 pontos
C	Razoável	31-33 pontos
D	Ruim	28-30 pontos
E	Péssimo	< 28 pontos

Fonte: Adaptada de Felipe e Magalhães Jr (2012) e Gomes et al. (2005).

### 3.5 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para calcular o Índice de Qualidade da Água foram analisadas nove variáveis, sendo elas: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (OD), sólido totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes (*E. coli*), nitrogênio total, fósforo total e turbidez.

Para cada variável analisada, tem-se uma equação específica, que foi calculada através do programa do QualiGraf. O cálculo é realizado a partir do produto ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis do índice, conforme a Equação 1.

Equação 1. Determinação do IQA.

$$IQA = \prod_{i=1}^n qi^{wi}$$

Fonte: CETESB (2018).

Onde:

- **IQA**: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;
- **qi**: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade” (Figura 14), em função de sua concentração ou medida;
- **wi**: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;
- **n**: número de variáveis que entram no cálculo do IQA.

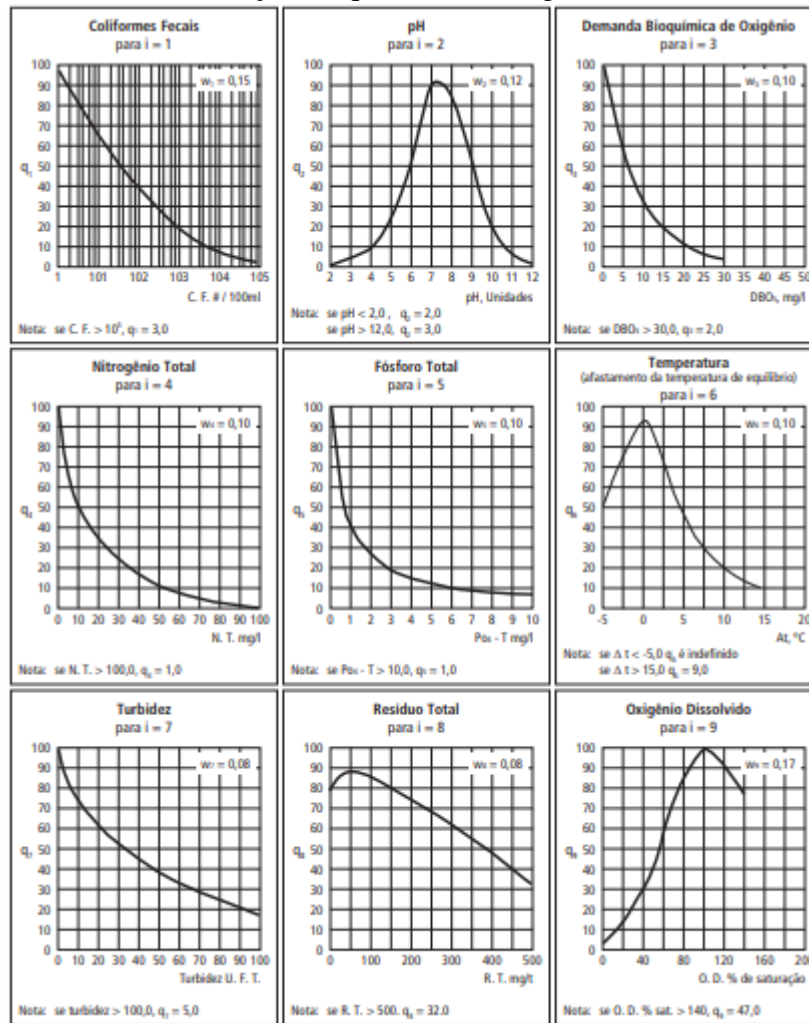
A partir dos resultados obtidos, é realizada a classificação da qualidade da água, Figura 13, a qual possui uma faixa de valores entre 0-100.

Figura 13- Classificação do Índice de Qualidade da Água.

<b>Categoria</b>	<b>Ponderação</b>
<b>ÓTIMA</b>	$79 < IQA \leq 100$
<b>BOA</b>	$51 < IQA \leq 79$
<b>REGULAR</b>	$36 < IQA \leq 51$
<b>RUIM</b>	$19 < IQA \leq 36$
<b>PÉSSIMA</b>	$IQA \leq 19$

Fonte: CETESB (2018).

Figura 14- Curvas médias de variação de qualidade das águas.



Fonte: CETESB (2018).

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A homogeneidade das variâncias entre meses foi testada pelo teste de Levene. As comparações entre os diferentes meses e pontos de coleta foram analisadas utilizando-se análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey. Os dados foram expressos com média  $\pm$  erro padrão utilizando programa STATISTICA Software 7.0 com nível mínimo de significância de 95% ( $p < 0,05$ ).

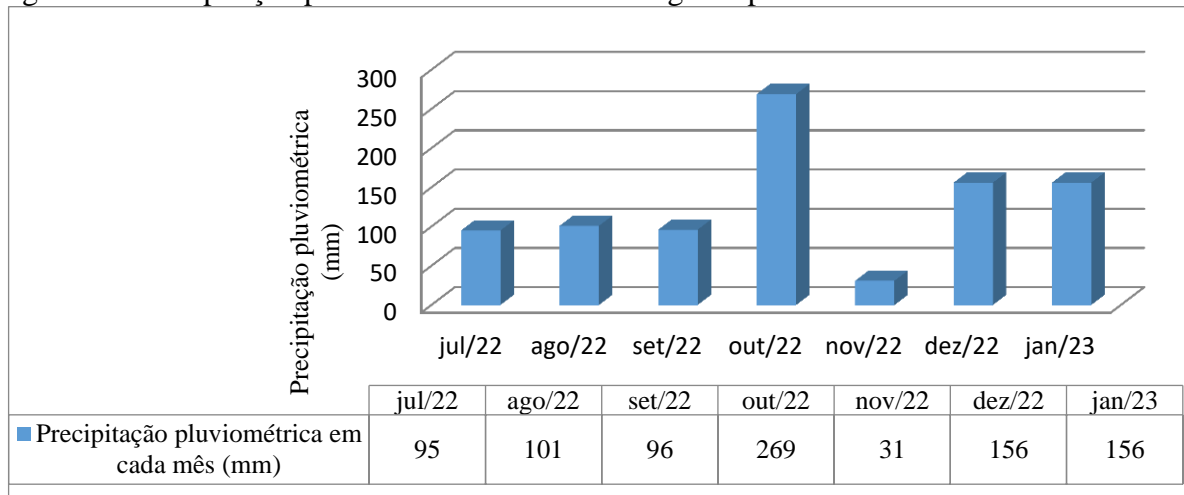


## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

O monitoramento pluviométrico mensal (Figura 4) foi possível a partir da coleta diária de dados de precipitação realizados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) de Erval Seco. Os dados demonstram que, distribuídas ao longo dos meses de estudo, as precipitações pluviométricas totalizaram 904 mm no município. Os resultados da precipitação podem influenciar na qualidade da água, portanto este indicativo é comparado, de modo geral, com as variáveis analisadas e apresentadas neste trabalho.

Figura 15- Precipitação pluviométrica mensal ao longo do período amostral em Erval Seco.



Fonte: Autora (2023).

### 4.2 VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS

#### 4.2.1 Potencial Hidrogeniônico

Os valores de pH estão apresentados na Tabela 1, e variam ao longo dos meses de 4,9 a 7,5 unidades. De acordo com a Resolução CONAMA 357 (2005), independente da classe, o pH deve estar entre 6,0 e 9,0.

De modo geral observou-se que no P1 obteve valores de 4,9 a 7,2 unidades, sendo que os meses de novembro de 2022 e janeiro de 2023 obtiveram-se o mesmo resultado. No P2 o pH variou de 5 a 6,4 unidades, os maiores valores foram no mês de outubro e dezembro/2022. P3 apresentou valores que foram de 5,5 a 7,2. Já no P4 encontrou-se valores na faixa de 5 a 7,4, e no P5 valores na faixa de 5,2 a 7,5.

Os dados de pH, encontrados no estudo de Oliveira, Santos e Lima (2017), se mantiveram constantes ao longo dos três meses de coleta, variando de 7,23 a 7,96 unidades, valores considerados satisfatórios para os autores.

No presente estudo, os valores de pH variaram durante os meses de estudo e atingiram faixas semelhantes somente em alguns meses. Em termos de potencial hidrogeniônico, as águas que estão dentro desta faixa de valores podem ser caracterizadas como levemente básicas ou alcalinas, sendo assim adequadas para a vida aquática (OLIVEIRA, SANTOS e LIMA, 2017).

A variável pH desempenha um papel importante nos processos biológicos que acontecem no meio aquático, além de influenciar na toxicidade de alguns compostos presentes no meio (NAIME e FAGUNDES, 2005).

Tabela 1- Valores de pH (unidades) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	5,3±0,00	5,6±0,00	6,0±0,00	5,7±0,00	5,8±0,00
Ago./22	6,0±0,00	5,8±0,00	6,0±0,00	7,0±0,00	6,0±0,00
Set./22	6,1±0,00	6,3±0,00	6,3±0,00	6,3±0,00	5,6±0,00
Out./22	7,2±0,00	6,4±0,00	6,4±0,00	6,2±0,00	7,0±0,00
Nov./22	4,9±0,00	5±0,00	5,6±0,00	5±0,00	5,2±0,00
Dez./22	6,8±0,00	6,4±0,00	7,2±0,00	7,4±0,00	7,5±0,00
Jan./23	4,9±0,00	5,5±0,00	5,5±0,00	5,5±0,00	5,6±0,00

Valores expressos em média ± erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.2 Temperatura

Os valores de temperatura obtidos, ao longo dos meses amostrados para os cinco pontos, mostraram algumas variações de 13 a 25 °C. Tanto a temperatura mais alta quando a mais baixa foram encontradas no ponto 5, nos meses de janeiro/2023 e agosto/2022, respectivamente. Em ambos os cenários a temperatura da água pode ter sofrido influência direta da temperatura ambiente (Tabela 2). De acordo com Naime e Fagundes (2005), o aumento da temperatura natural das águas é diretamente proporcional à insolação, e também está associado às transferências de calor pelo ar.

Baggio, Freitas e Araújo (2016), encontraram a montante do rio das Velhas-MG valores de temperatura entre 20,5° C e 21° C, contudo, no final do seu percurso, pontos a jusante, as temperaturas detectadas foram entre 22 a 24,5° C. Segundo os autores, fatores

como a morfologia do canal, profundidade do rio, o fluxo laminar e velocidade da água, e a vegetação próxima ao rio, podem estar relacionados aos maiores valores de temperaturas atingidos.

No período das coletas das amostras das águas do Arroio Portão, as temperaturas variaram entre 13 e 28°C (NAIME e FAGUNDES, 2005). Faixa está de temperatura cujos valores obtidos neste trabalho se enquadram. Os autores constataam que a variação da temperatura da água afeta as características físico-químicas, suas reações, a flotação e também os processos envolvendo os microrganismos (NAIME e FAGUNDES, 2005).

Afirmando a hipótese levantada anteriormente, Baggio, Freitas e Araújo (2016) ressaltam que as alterações antrópicas, como a degradação da mata ciliar, alteram os dados de análise e prejudicam a qualidade da água, no que diz respeito às condições térmicas.

A variável temperatura pode ser relacionada com a sazonalidade, conforme Tormam et al. (2017), as oscilações de temperatura nos cursos d' água ocorrem de forma sazonal e seguem as variações climáticas da região ao longo do ano. No presente trabalho as coletas das amostras de água para análises, foram realizadas durante o final o inverno até o início do verão e pode-se perceber que no período de inverno, as temperaturas foram menores, já no período do verão, as temperatura da água foram superiores.

Tabela 2- Valores de temperatura (°C) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	15±0,00	16±0,00	15±0,00	15±0,00	15±0,00
Ago./22	15±0,00	16±0,00	15±0,00	14±0,00	13±0,00
Set./22	16,5±0,00	15,5±0,00	15±0,00	14,5±0,00	15±0,00
Out./22	20±0,00	16±0,00	16±0,00	16±0,00	15±0,00
Nov./22	20±0,00	18±0,00	19±0,00	19±0,00	18±0,00
Dez./22	24±0,00	19±0,00	20±0,00	19±0,00	21±0,00
Jan./23	23±0,00	19±0,00	22±0,00	22±0,00	25±0,00

Valores expressos em média ± erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.3 Nitrito

Os resultados obtidos para o nitrito durante os sete meses de monitoramento nos pontos 1, 2, 3, 4 e 5 encontram-se na Tabela 3. As médias encontradas para cada ponto ao longo dos meses variaram de 0,01±0,00 a 0,20±0,02 mg/L, sendo que, os pontos 4 e 5 (P4 e

P5) apresentaram maior valor significativamente na maioria das vezes ao serem comparados com os outros pontos.

Contudo de maneira geral os valores de nitrito apresentaram valores significativamente maiores nos meses de julho e dezembro de 2022 e janeiro de 2023 quando comparados com os meses de agosto, setembro, outubro e novembro de 2022 que apresentaram valores significativamente menores.

Pode-se observar que os valores encontrados para esta variável estão de acordo com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005 para o enquadramento, dos dois curso d' água, como classe 1, já que nenhuma das médias ultrapassa o valor máximo permitido (VMP) de 1,0 mg/L estabelecido pela legislação.

Um estudo realizado no rio Pardo em Minas Gerais também obteve valores próximos ao encontrado em Erval Seco. Conforme Collares et al. (2021), os dados referentes à nitrito demonstraram uma concentração que variou na faixa de 0,01 a 0,95 mg/L, estando, também, dentro do limite estabelecido pela resolução do CONAMA nº 357/2005. Segundo os mesmo, fato este que pode estar relacionado com a redução de ocorrência do processo de nitrificação.

Tabela 3- Concentrações de nitrito (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	0,08±0,00 <sup>cA</sup>	0,07±0,00 <sup>dA</sup>	0,13±0,00 <sup>bA</sup>	0,15±0,00 <sup>aA</sup>	0,15±0,00 <sup>aB</sup>
Ago./22	0,02±0,00 <sup>dD</sup>	0,01±0,00 <sup>dD</sup>	0,03±0,00 <sup>cD</sup>	0,12±0,00 <sup>aB</sup>	0,09±0,00 <sup>bC</sup>
Set./22	0,01±0,00 <sup>dD</sup>	0,01±0,00 <sup>eD</sup>	0,03±0,00 <sup>cD</sup>	0,04±0,00 <sup>bE</sup>	0,07±0,00 <sup>aC</sup>
Out./22	0,01±0,00 <sup>dD</sup>	0,01±0,00 <sup>eCD</sup>	0,03±0,00 <sup>cD</sup>	0,08±0,00 <sup>aC</sup>	0,08±0,00 <sup>bC</sup>
Nov./22	0,01±0,00 <sup>eE</sup>	0,01±0,00 <sup>dC</sup>	0,02±0,00 <sup>cE</sup>	0,02±0,00 <sup>bF</sup>	0,06±0,00 <sup>aC</sup>
Dez./22	0,06±0,00 <sup>cC</sup>	0,07±0,00 <sup>bcA</sup>	0,16±0,00 <sup>bB</sup>	0,16±0,01 <sup>aA</sup>	0,18±0,01 <sup>aAB</sup>
Jan./23	0,06±0,00 <sup>bB</sup>	0,06±0,00 <sup>bB</sup>	0,06±0,00 <sup>bC</sup>	0,06±0,00 <sup>bD</sup>	0,20±0,02 <sup>aA</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas, as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.4 Ferro Total

As concentrações de ferro encontrados nas amostras de água (Tabela 4) variaram de 0,24±0,01 a 1,92±0,02 mg/L no P1, de 0,07±0,01 a 1,07±0,07 mg/L no P2, de 0,33±0,03 mg/L a 3,37±0,66 mg/L no P3, no P4 variaram de 0,28±0,02 a 3,81±0,80 mg/L e de 0,30±0,01 a 3,47±0,26 mg/L no P5. No mês de dezembro de 2022, encontram-se os valores

significativamente mais altos nos três últimos pontos (P3, P4 e P5) em relação aos meses amostrados.

Os pontos 1 e 2 apresentaram valores significativamente maiores no mês de setembro de 2022 e significativamente menores no mês de julho de 2022. Já os pontos 3, 4 e 5 os valores significativamente maiores foram no mês de dezembro de 2022 e os valores significativamente menores novamente no mês de julho de 2022.

Em estudo realizado por Oliveira e Araújo (2013) obtiveram-se valores de ferro que estavam na faixa de 0,22 a 1,32 mg/L. Valores estes muitos semelhantes ao encontrado, com exceção do mês de dezembro, nos pontos estudados.

É importante ter cuidados com as elevadas concentrações de ferro total, pois altas concentrações significa uma possível concentração de matéria orgânica. Geralmente, esta variável está ligada a matéria orgânica em estado coloidal (LEAL e LIBÂNIO, 2002).

A Resolução CONAMA 357/2005 traz que, para o corpo hídrico ser enquadrado como classe 1 e 2 o valor encontrado para ferro dissolvido deve ser de no máximo 0,3 mg/L, porém para a classe 3 o valor máximo é de 5 mg/L. Entretanto, como observado nos resultados obtidos, somente no mês de julho/2022 nos pontos 1, 2 e 4 encontrou-se valores que foram menores que 0,3 mg/L.

Esta pequena contaminação de ferro pode estar associada ao tipo de solo. Sousa et al. (2018), confirma que solos como os Latossolos, solos mais desenvolvidos, apresentam maior acúmulo de ferro e outros metais como alumínio e titânio.

Tabela 4- Concentrações de ferro total (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	0,24±0,01 <sup>bcE</sup>	0,21±0,01 <sup>cd</sup>	0,33±0,03 <sup>aC</sup>	0,28±0,02 <sup>abcC</sup>	0,30±0,01 <sup>abD</sup>
Ago./22	1,22±0,01 <sup>bB</sup>	0,55±0,00 <sup>cC</sup>	1,12±0,02 <sup>cBC</sup>	0,91±0,00 <sup>dBC</sup>	1,40±0,00 <sup>aBC</sup>
Set./22	1,92±0,02 <sup>aA</sup>	1,07±0,07 <sup>cA</sup>	1,71±0,02 <sup>bB</sup>	1,76±0,03 <sup>abB</sup>	1,86±0,05 <sup>abB</sup>
Out./22	0,80±0,09 <sup>abCD</sup>	0,07±0,01 <sup>cd</sup>	0,64±0,00 <sup>bBC</sup>	0,69±0,08 <sup>bBC</sup>	1,26±0,22 <sup>aBC</sup>
Nov./22	0,66±0,02 <sup>cd</sup>	0,44±0,00 <sup>dc</sup>	1,12±0,03 <sup>aBC</sup>	0,91±0,02 <sup>bBC</sup>	1,09±0,00 <sup>aC</sup>
Dez./22	0,97±0,02 <sup>bc</sup>	0,94±0,04 <sup>bAB</sup>	3,37±0,66 <sup>aA</sup>	3,81±0,80 <sup>aA</sup>	3,47±0,26 <sup>aA</sup>
Jan./23	0,86±0,01 <sup>cC</sup>	0,82±0,00 <sup>cB</sup>	1,30±0,04 <sup>aBC</sup>	1,17±0,02 <sup>bBC</sup>	1,20±0,01 <sup>bc</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas, as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.5 Fósforo Total

As concentrações médias encontradas para fósforo total nas amostras (Tabela 5) estão entre  $0,14 \pm 0,23$  e  $0,32 \pm 0,01$  mg/L. Nos meses de julho, agosto, outubro, novembro, dezembro de 2022 e janeiro de 2023 todos os pontos, excluindo o P3 no mês de julho, obtiveram valores abaixo do limite de detecção do método ( $< LOD$ ) utilizado.

De acordo com Oliveira, Santos e Lima (2017), o valor da concentração de fósforo total encontrado na água do riacho São Caetano, em todos os meses de estudo, foi de 0,24 mg/L, média essa, próxima aos valores encontrados no mês de setembro de 2022 no presente estudo.

Contudo Araújo Junior (2020), afirma que durante o período chuvoso encontrou valores para fósforo entre 0,23 mg/L a 0,42 mg/L, e em períodos de seca valores entre 0,07 mg/L a 0,9 mg/L. Pode-se observar que no período chuvoso no estudo por Sousa et al. (2022) a faixa foi similar ao encontrado em Erval Seco, porém o mês de setembro/2022 (no atual estudo) não foi considerado um mês chuvoso, por isso Sousa et al. (2022) reforça que existe uma correlação entre as variáveis, neste caso a variável de fósforo, sendo autor, possui correlação com a variável de nitrogênio.

A alta concentração de fósforo encontrado se torna preocupante, pois esta variável, é um dos principais causadores do fenômeno de eutrofização das águas. As concentrações de fósforo em recursos hídricos estão associadas, na maioria das vezes, ao lançamento de esgotos domésticos, com alto teor de detergentes fosfatados, matéria fecal, e também à degradação de alguns pesticidas orgânicos que contêm fosfatos em suas composições (OLIVEIRA, SANTOS e LIMA, 2017).

A CONAMA 357 de 2005, trás que para fósforo total o valor máximo permitido para a classe 1 e 2 é de 0,1 mg/L, para classe 3 é de 0,15 mg/L.

Tabela 5- Concentrações de fósforo total(mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	*	*	0,14±0,23	*	*
Ago./22	*	*	*	*	*
Set./22	0,25±0,01	0,25±0,01	0,21±0,00	0,30±0,01	0,32±0,01
Out./22	*	*	*	*	*
Nov./22	*	*	*	*	*
Dez./22	*	*	*	*	*
Jan./23	*	*	*	*	*

\* < LOD (Limite de detecção do método) (LOD = 0,02 mg/L). Valores expressos como média ± erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.6 Turbidez

As médias detectadas para turbidez, ao longo do período de estudo, variaram de 2,63±0,00 a 72,45±0,14 uT (Tabela 6), sendo que, no ponto 1, na comparação entre os meses, observou-se que houve uma diminuição significativa nos meses de novembro/22, dezembro/22 e janeiro/23.

No ponto 2, os resultados encontrados foram muito parecidos, contudo, ao comparar os valores entre meses, o mês de dezembro/22 apresentou significativamente a menor média. Já no ponto 3, encontrou-se nos meses de julho/22 e dezembro/22 os maiores valores significativamente de turbidez. Por fim, tanto no ponto 4, quanto no ponto 5, a maior média significativa apresentou-se no mês de julho/22.

Ao comparar os valores turbidez com os valores máximos permitidos pela CONAMA 357/05, percebeu-se que somente o P4 e P5, no mês de julho, não poderiam ser enquadrados como classe 1. Contudo, poderiam ser enquadrados como classe 2, a qual tem como valor máximo permitido 100 uT.

A turbidez acima de 100 uT, conforme Oliveira, Santos e Lima (2017), pode interferir na oxigenação do corpo hídrico, além de alterar os processos de fotossíntese das plantas no meio aquático e das algas.

O estudo de Santos et al. (2018) obteve valores de turbidez na faixa de 4 a 30 uT e, conforme os autores, fatores que favorecem este aumento de turbidez são os lançamentos de efluentes domésticos, resíduos sólidos e erosão. Devido a esta afirmação, Santos et al. (2018) acreditam que os maiores valores foram verificados após ocorrência de precipitação pluviométrica. A explicação realizada pelos autores se mostrou compatível com o presente

estudo, principalmente pelo fato de que no mês de julho, na maioria dos pontos, obtiveram-se as maiores concentrações de turbidez, e no dia anterior a coleta neste mês, ocorreu precipitação pluviométrica de cerca de 23 mm no município de Erval Seco. No mês de novembro de 2022, como já comentado anteriormente, obteve as menores médias de turbidez e, coincidentemente, foi o mês com o menor índice de precipitação no município (Figura 15).

Tabela 6- Valores de turbidez (uT) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	12,80±0,00 <sup>dA</sup>	4,89±0,04 <sup>eA</sup>	18,75±0,03 <sup>cA</sup>	72,45±0,14 <sup>aA</sup>	66,20±0,29 <sup>bA</sup>
Ago./22	9,68±0,30 <sup>cC</sup>	3,99±0,04 <sup>dB</sup>	11,90±0,115 <sup>abB</sup>	11,20±0,00 <sup>bC</sup>	12,20±0,115 <sup>aC</sup>
Set./22	11,20±0,29 <sup>abB</sup>	3,97±0,18 <sup>bbB</sup>	11,50±0,00 <sup>abB</sup>	11,75±0,03 <sup>abB</sup>	11,30±0,06 <sup>aC</sup>
Out./22	7,19±0,05 <sup>cD</sup>	5,51±0,26 <sup>dA</sup>	10,06±0,08 <sup>bC</sup>	10,95±0,03 <sup>aC</sup>	11,10±0,115 <sup>aC</sup>
Nov./22	2,84±0,16 <sup>cE</sup>	2,95±0,21 <sup>cC</sup>	7,35±0,06 <sup>aD</sup>	6,44±0,05 <sup>bE</sup>	6,44±0,09 <sup>bD</sup>
Dez./22	3,12±0,03 <sup>cE</sup>	3,99±0,07 <sup>cbB</sup>	18,00±0,46 <sup>aA</sup>	11,35±0,09 <sup>bbC</sup>	17,65±1,18 <sup>abB</sup>
Jan./23	2,63±0,00 <sup>dE</sup>	4,82±0,04 <sup>cA</sup>	7,39±0,05 <sup>bdD</sup>	9,24±0,16 <sup>aD</sup>	7,24±0,035 <sup>bdD</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.7 Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica ao longo dos sete meses de monitoramento, em todos os pontos estudados, variaram de 19,38±1,25 a 100,91±0,98  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Tabela 7), além disso, estes valores foram detectados nos meses de dezembro e novembro respectivamente. Ressaltando ainda que para todos os pontos de coleta o mês de novembro apresentou valores significativamente maiores quando comparado aos demais meses e o mês de dezembro valores significativamente menores.

Contudo é possível destacar ainda que o ponto 1 de coleta apresentou valores significativamente menores em todos os meses estudados quando comparados com os demais meses e o ponto 4 apresentou as maiores significâncias em relação aos outros meses.

Santos et al. (2018) encontram no seu estudo variações de condutividade elétrica de 297 a 373  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valores superiores, ao serem comparados com os encontrados no presente estudo. Os autores afirmam que a condutividade elétrica está relacionada com a presença de sólidos dissolvidos na água, provindos de resíduos na água, além disso, ressaltam que valores de condutividade acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$  é um indício de ação humana.



Interessante destacar que água cujos valores de pH estão nas faixas extremas (pH>9 ou pH<5), podem apresentar valores alterados de condutividade derivados as altas concentrações de íons como H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> em solução (BAGGIO, FREITAS e ARAÚJO, 2016). Tal afirmação destes autores, de certo modo, justificaria o aumento da condutividade elétrica no mês de novembro de 2022.

Ao comparar os dados obtidos para a variável pH no mesmo mês (Tabela 1), pode-se observar que os valores variam na faixa de 4,9 a 5,6, fato que pode ter interferido nos resultados detectados para condutividade elétrica.

Ressalta-se que a variável condutividade não é contemplada na legislação vigente, Resolução CONAMA n° 357/2005, portanto, não há valor máximo permitido (VMP).

Tabela 7- Valores de condutividade elétrica (μS/cm) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	31,03±0,19 <sup>eA</sup>	38,24±1,38 <sup>dF</sup>	50,38±0,65 <sup>cC</sup>	81,94±0,07 <sup>aB</sup>	62,63±0,29 <sup>bE</sup>
Ago./22	22,85±0,61 <sup>eC</sup>	52,75±0,26 <sup>cD</sup>	49,25±0,26 <sup>dCD</sup>	86,55±0,09 <sup>aB</sup>	62,95±0,09 <sup>bDE</sup>
Set./22	26,70±0,29 <sup>eB</sup>	73,15±0,09 <sup>bB</sup>	47,50±0,40 <sup>dDE</sup>	85,40±2,48 <sup>aB</sup>	66,00±0,23 <sup>cC</sup>
Out./22	23,60±0,29 <sup>eC</sup>	62,45±0,26 <sup>cC</sup>	54,05±0,14 <sup>dB</sup>	83,95±0,49 <sup>aB</sup>	68,55±1,07 <sup>bB</sup>
Nov./22	32,50±0,42 <sup>eA</sup>	77,36±0,04 <sup>bA</sup>	62,28±0,04 <sup>dA</sup>	100,91±0,98 <sup>aA</sup>	74,77±0,30 <sup>cA</sup>
Dez./22	19,38±1,25 <sup>eD</sup>	48,15±0,12 <sup>cE</sup>	42,70±0,08 <sup>dF</sup>	71,25±0,12 <sup>aC</sup>	57,75±0,37 <sup>bF</sup>
Jan./23	20,60±0,00 <sup>eD</sup>	53,35±0,45 <sup>cD</sup>	46,70±0,73 <sup>dE</sup>	85,35±0,86 <sup>aB</sup>	65,10±0,65 <sup>bCD</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.8 Cor Verdadeira

Os valores médios de cor verdadeira detectados (Tabela 8), ao longo dos meses amostrados em todos os pontos de coleta, variaram entre 0,27±0,18 e 41,20 ± 0,35 uH. No mês de outubro/22, no ponto 2 identificou-se um valor para cor abaixo do limite de detecção do método (<LOD). Além disso, percebeu-se que no ponto 2, na maioria dos meses, os resultados sempre foram menores ao serem comparados com os demais pontos.

Naime e Fagundes (2005) explicam que a cor está vinculada aos materiais em suspensão, e ambos estão ligados à transparência da água e a energia luminosa disponível para os processos aquáticos.

Observa-se que no mês de dezembro de 2022, a média encontrada para o P3 está pouco alterada, ao ser comparado com as médias obtidas no mês. Esta diferença se deu, pois no dia da coleta, neste ponto, ocorreu a limpeza das tubulações da CORSAN. De certa forma, esta ação pode ter interferido no resultado obtido para essa variável. Entretanto, tem-se em outubro do mesmo ano, no mesmo ponto, uma discrepância nos valores encontrados para cor verdadeira, médias que vão de <LOD a  $30,60 \pm 0,35$  uH.

Em um estudo realizado por Maia (2017) encontrou-se valores próximos aos de Erval Seco. No estudo de Maia (2017) os valores detectados para cor verdadeira estavam na faixa de 12,3 a 75,1 uH.

Tabela 8- Valores de cor verdadeira (uH) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	$22,60 \pm 2,20$	$0,27 \pm 0,18$	$34,00 \pm 0,31$	$41,20 \pm 0,35$	$15,33 \pm 0,55$
Ago./22	$6,40 \pm 1,78$	$2,53 \pm 1,03$	$14,33 \pm 0,18$	$15,93 \pm 0,18$	$25,33 \pm 1,78$
Set./22	$8,20 \pm 0,00$	$6,20 \pm 0,00$	$16,00 \pm 0,00$	$21,00 \pm 0,00$	$15,60 \pm 0,00$
Out./22	$7,13 \pm 0,37$	*	$30,60 \pm 0,35$	$13,13 \pm 0,37$	$8,00 \pm 0,12$
Nov./22	$8,07 \pm 0,85$	$3,07 \pm 0,07$	$16,73 \pm 0,27$	$16,13 \pm 0,18$	$15,33 \pm 0,29$
Dez./22	$9,27 \pm 0,64$	$7,47 \pm 1,07$	$33,60 \pm 0,53$	$22,47 \pm 0,87$	$25,07 \pm 0,29$
Jan./23	$4,67 \pm 0,18$	$2,40 \pm 0,00$	$21,53 \pm 0,27$	$16,47 \pm 0,18$	$11,20 \pm 0,18$

\* < LOD (Limite de detecção do método) (LOD = 1,28 uH). Valores expressos como média  $\pm$  erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.9 Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK)

As concentrações de Nitrogênio Total Kjeldhal encontrados na análise de água dos cinco pontos foram muitos semelhantes entre si, todos resultaram em uma concentração de 0,08mg/L. Contudo, no mês de janeiro de 2023 no P2, encontrou-se com valor superior aos demais meses (concentração de 0,19 mg/L).

Em estudo realizado por Rivera et al. (2022), foi encontrado valor mínimo para NTK de 0,05 mg/L e máximo de 2,84 mg/L. As médias encontradas por estes autores foram de 0,62, 0,90, 0,50 mg/L. Os valores mínimos encontrados no referido trabalho foram muito próximos às concentrações encontradas ao longo dos meses no presente estudo.

Variáveis como NTK estão possivelmente conectadas às atividades agrícolas, já que nos arredores do local de pesquisa há prática de plantio e provavelmente adubos utilizados

como nutrientes influenciam nas concentrações desta variável (TEIXEIRA, CECCONELLO e CENTENO, 2022), situação esta muito similar ao município de Erval Seco. Como demonstrado na Figura 3, este município possui grande parte de sua extensão territorial destinada à agricultura, porém, no presente estudo, não se observou tanta intervenção na variável nitrogênio total Kjeldhal a ponto de prejudicar o corpo hídrico diretamente.

#### **4.2.10 Amônia Total**

As médias de amônia total encontrada para cada um dos pontos de coleta, em cada um dos meses de estudo, fixaram entre as faixas de  $0,00 \pm 0,00$  a  $0,19 \pm 0,00$  mg/L (Tabela 9). De acordo com a CONAMA 357 (2005), para o corpo hídrico ser enquadrado como classe 1 ou 2, é preciso respeitar o valor máximo permitido de 3,7 mg/L, entretanto, para ser enquadrado como classe 3, o limite de amônia permitido é de 13,3 mg/L. Sendo assim, as médias encontradas para a variável amônia se enquadram na classe 1 e 2.

Berlanda et al (2021) detectaram a menor faixa de valores para amônia sendo de  $<0,1$  mg/L, no estudo realizado na bacia hidrográfica do rio Desquite em Santa Catarina. Estes valores, que foram encontrados em pontos de nascente e no afluente do rio Desquite, são concentrações semelhantes às obtidas no presente estudo. É importante ressaltar que os valores de amônia, em seu estado não ionizado ( $\text{NH}_3$ ), acima do VMP são os principais indicativos de contaminação recente no curso d'água (BERLANDA et al 2021).

Pratte-Santos, Terra e Azevedo Júnior (2019) compararam as concentrações de nitrogênio amoniacal com a precipitação pluviométrica e notaram que nos períodos mais secos quando comparados aos mais chuvosos, foram apresentadas maiores médias de amônia. Levando-se em consideração a afirmação destes autores pode se notar que de acordo com a Figura 15 o mês de menor índice pluviométrico do presente trabalho foi encontrado em novembro/2022, conseqüentemente o mês em que as concentrações de amônia total mantiveram-se constantes na água de todos os pontos amostrados.

Tabela 9- Concentrações de amônia total (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	0,09±0,00	0,09±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00	0,19±0,00
Ago./22	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
Set./22	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00
Out./22	0,09±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00
Nov./22	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00	0,09±0,00
Dez./22	0,00±0,00	0,00±0,00	0,05±0,03	0,00±0,00	0,09±0,00
Jan./23	0,09±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00	0,00±0,00	0,09±0,00

Valores expressos em média ± erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.11 Nitrito e Nitrato

Os resultados obtidos para o nitrito e nitrato (nitrito mais nitrato) durante os sete meses de monitoramento nos pontos encontram-se na Tabela 10. O ponto 1 manteve durante todos os meses a média de  $0,34 \pm 0,00$  mg/L. Já os pontos 2, 3 e 4 tiveram, na grande parte dos meses, resultado iguais ao ponto 1; contudo no mês de dezembro/22 estes pontos P2,P3 e P4 apresentaram valores como  $0,51 \pm 0,10$ ,  $0,85 \pm 0,10$  e  $1,02 \pm 0,00$  mg/L, respectivamente.

O ponto 5 apresentou, no mês de julho de 2022 uma média de  $0,68 \pm 0,00$  mg/L e no mês de dezembro uma média de  $0,51 \pm 0,10$  mg/L. Neste ponto observou-se as maiores médias encontradas, e também foi o ponto que deve maior variação de concentrações ao longo dos meses.

Os valores das concentrações de nitrato obtidos variaram na faixa de 0,00 a 2,40 mg/L, e os dados referentes à determinação de nitrito, no mesmo estudo, revelam que a concentração variou na faixa de 0,01 a 0,49 mg/L (OLIVEIRA, SANTOS e LIMA, 2017). Ao realizar o somatório destes resultados encontrados para nitrito e nitrato, é possível encontrar uma faixa média de concentração (0,01 a 2,89 mg/L), a qual os valores médios encontrados no presente estudo corroboram.

Além disso, com relação a essas variáveis, a água do riacho estudada por Oliveira, Santos e Lima em 2017 e as analisadas recentemente em Eral Seco, estão dentro dos padrões estabelecidos pela CONAMA para classe 2.

Tabela 10- Concentrações de nitrito + nitrato (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,68±0,00
Ago./22	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00
Set./22	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00
Out./22	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00
Nov./22	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00
Dez./22	0,34±0,00	0,51±0,10	0,85±0,10	1,02±0,00	0,51±0,10
Jan./23	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00	0,34±0,00

Valores expressos em média ± erro padrão. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.12 Oxigênio Dissolvido (OD)

As médias de oxigênio dissolvido (OD), resultantes das amostras coletadas ao longo do período da pesquisa, estão apresentadas na Tabela 11 No P1 oscilou de 5,54±0,10 a 7,34±0,03 mg/L, no P2 os níveis variaram de 3,86±0,03 a 6,61±0,06 mg/L. Já no P3 as concentrações variaram de 5,71±0,00 a 7,17±0,00 mg/L, no P4 variaram de 5,49±0,06 a 7,78±0,03 mg/L, e por fim no ponto P5 variaram entre de 5,10±0,36 a 7,73±0,13 mg/L. Observou-se que em todos os pontos de coleta as maiores médias, significativamente, foram encontradas no mês de julho de 2022 e de forma geral os valores significativamente menores se encontram nos meses de novembro e dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

Valores semelhantes aos encontrados no presente estudo foram detectados no trabalho de Luz, Tomazoni e Pokrywiecki (2019). No estudo sobre monitoramento da água do rio Ligeiro obteve-se, na campanha de verão, concentrações de oxigênio dissolvido superiores a 7,00 mg/L e valor mínimo de 4,62 mg/L. Destaca-se que a menor concentração de OD foi detectada após o lançamento pontual de efluentes da estação de tratamento de efluentes (ETE).

Fiorucci e Benedetti Filho (2005 apud MENDES et al., 2021) alegam que a variação de temperatura afeta a solubilidade do O<sub>2</sub> na água, portanto, quando a temperatura aumenta a concentração de OD diminui no corpo hídrico, e quando a temperatura diminui a concentração de OD pode aumentar. Ao comparar os resultados da temperatura (Tabela 2) e as concentrações de oxigênio dissolvido no presente trabalho, é possível perceber esta relação inversamente proporcional entre as variáveis.

Nos meses de julho de 2022 a setembro de 2022 as temperaturas foram mais baixas e as concentrações de OD foram as maiores. Já no período de outubro de 2022 a janeiro de 2023 obteve-se as maiores temperaturas e as concentrações de OD foram menores.

Tabela 11- Concentrações de OD (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	7,34±0,03 <sup>bA</sup>	6,61±0,06 <sup>Da</sup>	7,00±0,03 <sup>cA</sup>	7,78±0,03 <sup>aA</sup>	7,73±0,13 <sup>aA</sup>
Ago./22	6,61±0,06 <sup>cB</sup>	6,05±0,00 <sup>dB</sup>	7,06±0,06 <sup>bA</sup>	7,67±0,10 <sup>aA</sup>	7,67±0,10 <sup>aA</sup>
Set./22	6,10±0,03 <sup>dC</sup>	5,43±0,10 <sup>Ecd</sup>	7,17±0,00 <sup>bA</sup>	6,83±0,06 <sup>cB</sup>	7,50±0,06 <sup>aAB</sup>
Out./22	5,60±0,00 <sup>dD</sup>	5,10±0,03 <sup>Ed</sup>	6,61±0,00 <sup>bB</sup>	6,38±0,06 <sup>cC</sup>	6,78±0,03 <sup>aBC</sup>
Nov./22	5,66±0,03 <sup>bD</sup>	3,86±0,03 <sup>cE</sup>	5,88±0,10 <sup>bCD</sup>	5,77±0,10 <sup>bDE</sup>	6,22±0,03 <sup>aCD</sup>
Dez./22	5,54±0,10 <sup>bcD</sup>	5,49±0,13 <sup>Cc</sup>	5,71±0,00 <sup>abcD</sup>	5,94±0,06 <sup>abD</sup>	5,99±0,10 <sup>aD</sup>
Jan./23	5,71±0,06 <sup>abD</sup>	5,26±0,06 <sup>Bcd</sup>	6,16±0,13 <sup>aC</sup>	5,49±0,06 <sup>abE</sup>	5,10±0,36 <sup>bE</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

Em um estudo realizado por Pol et al. (2019), as concentrações de OD encontradas para o Arroio Schmidt no primeiro ponto (P1) foi de 3,67 mg/L, e para o segundo ponto (P2) foi de 1,1 mg/L, consideradas baixas para esta variável. A partir destes valores, os autores comentaram que no ponto 1 ainda seria possível existir vida aquática no local, já no ponto 2, devido a alta atividade antrópica, não haveria condições respiratórias suficientes para a existência de vida neste ambiente.

Ao contrário das outras variáveis, as quais são indicadores de poluição quando apresentam concentrações elevadas, o aumento das concentrações de OD é um indicativo de depuração do sistema hídrico, significa que a carga poluidora está diminuindo e há uma melhora na qualidade da água (ARRUDA, KNOPIK e SOTTOMAIOR, 2017).

Berlanda et al. (2021) associam menores concentrações de oxigênio dissolvido a cursos d' água sem proteção, e concentrações maiores em locais com maior florestamento. Afirmção muito semelhante à de Pontes et al. (2012), na qual ressalta que as concentrações de OD e DBO quando estão fora dos limites estabelecidos pode ser devido à falta de vegetação ciliar e à alta concentração de nutrientes.

#### 4.2.13 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Os resultados detectados para DBO, ao longo do período de estudo, variaram de 0,00  $\pm$ 0,00 a 7,67 $\pm$ 0,10 mg/L (Tabela 12). Uma vez que, nos primeiros meses de coleta de amostras de água, julho e agosto, de 2022, foram encontradas concentrações significativamente superiores, em relação aos demais meses. Entretanto, nos meses de setembro/2022, dezembro/2022 e janeiro/2023 obtiveram-se concentrações, significativamente, menores de DBO.

Ao comparar os resultados obtidos no presente trabalho com a CONAMA 357/2005, verificou-se que nos meses de julho, agosto, outubro e novembro de 2022 as concentrações de DBO foram acima do permitido para classe 1 em alguns dos pontos. Entretanto, nos outros meses as concentrações de DBO se enquadraram na classe 1 assim como os valores obtidos no estudo de Leitão et al. (2015), que consideram suas concentrações muito satisfatórias, variando de 0,50 a 3,30 mg/L.

Em um estudo realizado por Arruda et al. (2023), encontraram-se concentrações para a demanda bioquímica de oxigênio na faixa de 0,23 a 6,23 mg/L, valores estes muito próximos ao encontrado no presente estudo.

Para tentar explicar alguns dos elevados resultados obtidos Pratte-Santos, Terra e Azevedo Júnior (2019) afirmam que atividades como: agropecuária, degradação da mata nativa e outras influências humanas podem influenciar na variável DBO e, assim, aumentar sua concentração. Ademais, estudo realizado por Sousa et al. (2022) mostram que esta variável também pode ser correlacionada a outras variáveis como coliformes totais, no período chuvoso, e com sólido dissolvido totais, no período seco.

Pratte-Santos, Terra e Azevedo Junior (2019) também evidenciaram que para DBO as concentrações mais elevadas ocorrem em época de maior precipitação pluviométrica. Esta observação também foi relatada por Pontes, Marques e Marques (2012) que afirma que as concentrações da demanda bioquímica de oxigênio estavam um pouco mais elevadas no período chuvoso, e justificam reafirmando que tal situação ocorreu devido à contaminação de origem do escoamento e da drenagem pluvial.

Tabela 12- Concentrações de DBO (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	5,10±0,10 <sup>abA</sup>	1,23±0,58 <sup>cBC</sup>	6,55 ±0,23 <sup>aA</sup>	3,92±0,39 <sup>bB</sup>	3,58±0,00 <sup>bB</sup>
Ago./22	4,20±0,10 <sup>bcB</sup>	3,53±0,03 <sup>cA</sup>	4,59 ±0,71 <sup>bB</sup>	7,67±0,10 <sup>aA</sup>	7,67±0,10 <sup>aA</sup>
Set./22	0,50±0,03 <sup>dDE</sup>	0,00 ±0,00 <sup>eD</sup>	1,29±0,03 <sup>bC</sup>	1,01 ±0,06 <sup>cD</sup>	2,52±0,10 <sup>aC</sup>
Out./22	1,06±0,03 <sup>dCD</sup>	1,23±0,06 <sup>dBC</sup>	2,07 ±0,16 <sup>cC</sup>	2,86 ±0,03 <sup>bC</sup>	3,81 ±0,26 <sup>aB</sup>
Nov./22	1,40 ±0,16 <sup>bC</sup>	1,34 ±0,00 <sup>bB</sup>	1,74±0,36 <sup>bC</sup>	2,07 ±0,0 <sup>bC</sup>	3,42±0,03 <sup>aB</sup>
Dez./22	0,39 ±0,03 <sup>bE</sup>	0,17±0,10 <sup>bCD</sup>	0,56 ±0,6 <sup>bC</sup>	0,28 ±0,16 <sup>bDE</sup>	1,85±0,16 <sup>aCD</sup>
Jan./23	0,50±0,29 <sup>abDE</sup>	0,34±0,19 <sup>abBCD</sup>	1,01 ±0,26 <sup>bC</sup>	0,17±0,10 <sup>bE</sup>	1,40±0,36 <sup>aD</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

#### 4.2.14 Sólidos Totais

As concentrações obtidas neste trabalho para os sólidos total (de um modo geral, mostraram-se entre 39±5,20 a 125±14,43mg/L nos cinco pontos de coleta. Durante os meses os valores de sólidos variaram bastante, contudo, destacam-se as médias encontradas no P5, no mês de julho de 2022, e no P4, nos meses de agosto e dezembro de 2022, as quais apresentaram as concentrações significativamente mais elevadas ao longo da pesquisa.

O ponto 2 não apresentou diferença significativa entre os meses estudados, enquanto os demais pontos apresentaram em dado momento uma diferença significativa entre os meses. Além disso, de forma geral pode-se destacar que o mês de novembro de 22 apresentou valores significativamente menores quando comparados aos demais meses.

Conforme Freitas et al. (2020), valores elevados de sólidos totais (ST) estão relacionados à erosão, transporte de sólidos e lançamento de efluente doméstico, a grande quantidade de matéria orgânica, sedimentos, resíduos sólidos e a remoção de mata ciliar, responsável pelo aumento desta concentração.

Por isso, os resultados para sólidos totais dissolvidos (SDT) detectados por Sousa et al. (2022) apresentaram valores mais expressivos em seu estudo, valores que chegaram a 450 mg/L, que, quando comparado com o presente estudo, é considerado um valor bem elevado. Contudo, este elevado concentrações de sólidos está relacionado ao local em que o corpo hídrico se encontra, no caso de Sousa et al. (2022) o estudo foi conduzido em uma área de mineração e de infraestrutura urbana.



Gonzaga, Lopes e Hurtado (2021) encontraram valores que ficaram na faixa de 3,33 e 162,67 mg/L, que resultaram em uma média de 53,49 mg/L no período chuvoso e 70,01 no período mais seco. Estes resultados são semelhantes aos encontrados durante o período do presente estudo.

Desta forma, as concentrações encontradas para esta variável no presente estudo permite enquadrar a água na classe 1 em todos os meses, já em nem um ponto se ultrapassou o valor máximo permitido de 500 mg/L de sólidos totais.

Tabela 13), de um modo geral, mostraram-se entre  $39 \pm 5,20$  a  $125 \pm 14,43$  mg/L nos cinco pontos de coleta. Durante os meses os valores de sólidos variaram bastante, contudo, destacam-se as médias encontradas no P5, no mês de julho de 2022, e no P4, nos meses de agosto e dezembro de 2022, as quais apresentaram as concentrações significativamente mais elevadas ao longo da pesquisa.

O ponto 2 não apresentou diferença significativa entre os meses estudados, enquanto os demais pontos apresentaram em dado momento uma diferença significativa entre os meses. Além disso, de forma geral pode-se destacar que o mês de novembro de 22 apresentou valores significativamente menores quando comparados aos demais meses.

Conforme Freitas et al. (2020), valores elevados de sólidos totais (ST) estão relacionados à erosão, transporte de sólidos e lançamento de efluente doméstico, a grande quantidade de matéria orgânica, sedimentos, resíduos sólidos e a remoção de mata ciliar, responsável pelo aumento desta concentração.

Por isso, os resultados para sólidos totais dissolvidos (SDT) detectados por Sousa et al. (2022) apresentaram valores mais expressivos em seu estudo, valores que chegaram a 450 mg/L, que, quando comparado com o presente estudo, é considerado um valor bem elevado. Contudo, estas elevadas concentrações de sólidos está relacionado ao local em que o corpo hídrico se encontra, no caso de Sousa et al. (2022) o estudo foi conduzido em uma área de mineração e de infraestrutura urbana.

Gonzaga, Lopes e Hurtado (2021) encontraram valores que ficaram na faixa de 3,33 e 162,67 mg/L, que resultaram em uma média de 53,49 mg/L no período chuvoso e 70,01 no período mais seco. Estes resultados são semelhantes aos encontrados durante o período do presente estudo.

Desta forma, as concentrações encontradas para esta variável no presente estudo permite enquadrar a água na classe 1 em todos os meses, já em nem um ponto se ultrapassou o valor máximo permitido de 500 mg/L de sólidos totais.

Tabela 13- Concentrações de sólidos totais (mg/L) nos pontos amostrados.

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
Jul./22	65±2,89 <sup>bcA</sup>	55±2,89 <sup>ca</sup>	105±14,43 <sup>abA</sup>	100±5,77 <sup>abB</sup>	125±14,43 <sup>aA</sup>
Ago./22	65,5±5,50 <sup>ca</sup>	74,5±3,50 <sup>ca</sup>	88,5±3,50 <sup>baB</sup>	122±3,00 <sup>aA</sup>	96±0,00 <sup>baB</sup>
Set./22	43±0,00 <sup>cABC</sup>	64,5±0,87 <sup>ba</sup>	65,5±8,37 <sup>baB</sup>	94±2,31 <sup>aB</sup>	62,5±2,60 <sup>bc</sup>
Out./22	58,5±11,84 <sup>abAB</sup>	57±1,73 <sup>ba</sup>	66,5±1,44 <sup>abB</sup>	84±2,31 <sup>aBC</sup>	67,5±2,60 <sup>abBC</sup>
Nov./22	32,5±0,87 <sup>bc</sup>	83±15,01 <sup>aA</sup>	57±3,46 <sup>abB</sup>	72±1,15 <sup>aC</sup>	67,5±0,87 <sup>aBC</sup>
Dez./22	40,5±2,02 <sup>dABC</sup>	59,5±0,29 <sup>ca</sup>	65,5±0,29 <sup>bcB</sup>	122±7,51 <sup>aA</sup>	80,5±2,02 <sup>baB</sup>
Jan./23	39±5,20 <sup>cBC</sup>	71±1,15 <sup>ba</sup>	78±3,46 <sup>baB</sup>	97,5±0,29 <sup>aB</sup>	79,5±6,06 <sup>abBC</sup>

Valores expressos em média ± erro padrão. Nas linhas as letras minúsculas diferentes demonstram diferença significativa entre pontos de coleta dentro do mês estudado, já nas colunas as letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa entre os meses estudados, em cada um dos pontos, pelo teste de Tukey. Fonte: Autora (2023).

### 4.3 VARIÁVEIS MICROBIOLÓGICAS

#### 4.3.1 Coliformes Totais e *Escherichia coli*

Os resultados do número mais provável (NMP) de Coliformes totais e *Escherichia coli* nos cinco pontos de coleta demonstraram que houve a presença destes microrganismos na água ao longo dos meses de monitoramento, e estavam na faixa de 68 a 43.000.000 NMP/100 ml para coliformes totais e na faixa de <1,8 a 35.000.00 NMP/100 ml para *E. coli* (

Tabela 14).

Para coliformes totais no mês de julho de 2022, no ponto 5, foram encontrados os maiores concentrações (43.000.000 NMP/100 ml), contudo no mesmo mês encontrou-se o menor valor no ponto 2 (68 NMP/100 ml). Já para *E.coli*, os menores valores encontrados, de <1,8 NMP/100 ml, foram no mês de novembro de 2022 nos pontos 2, 3, 4 e 5.

Ademais, verificaram-se as concentrações encontradas para coliformes termotolerantes e, segundo a Resolução CONAMA 357/2005, o P5 nos meses de julho/2022, agosto/2022, setembro/2022, outubro/2022 e janeiro/2023 foi enquadrado como classe 4, no mês de novembro foi classe 1 e no mês de dezembro classe 3.

O P4 foi classificado nos meses de julho e outubro de 2022 como classe 4, porém nos meses de agosto e setembro/2022 a água no ponto foi enquadrada na classe 3. Nos meses de novembro de 2022 e janeiro de 2023 foi classificada como classe 1 e somente no mês de setembro classificada como classe 2.

Somente no mês de julho o P3 foi enquadrado na classe 4, nos meses de agosto, setembro, outubro de 2022 e janeiro de 2023 a água neste ponto foi classificada como classe 3. Já no mês de dezembro esteve de acordo com os padrões da classe 2, e no mês de novembro nos padrões da classe 1.

O P2 apresentou uma classificação melhor, nos meses de julho, agosto e novembro a água estava de acordo com a classe 1, entretanto nos demais meses foi enquadrada como classe 2.

No mês de julho/2022 o P1, em relação a esta variável, se enquadraria na classe 4 da CONAMA 357/2005. Mas nos meses de agosto/2022, setembro/2022, outubro/2022, novembro/2022 e janeiro/2023 a água deste ponto se adequou à classe 2. Somente no mês de dezembro que o P1 se enquadrou aos padrões da classe 1.

Estes resultados acima de 4.000 NMP/100 ml, valor máximo permitido para enquadramento da classe 3, seriam um indicativo de altas cargas orgânicas existentes na água causada, provavelmente, por despejo de efluente doméstico no corpo hídrico (POL et al., 2019).

Referente a tal afirmação é necessário destacar a preocupação com resultados encontrados no presente estudo, pois em alguns meses e em alguns pontos as concentrações de microorganismos na água estavam próximas às faixas de concentração de microrganismos encontradas em efluente doméstico bruto que, de acordo com Jordão e Pessoa (2005), estão na faixa de  $10^6$  a  $10^{10}$  NMP/100 ml.

A alta concentração de microrganismo pode estar associada também a áreas de criação de gado e a precipitação pluviométrica, que provoca o escoamento superficial e a lavagem do solo (RIBEIRO; NOGARINI e AMÉRICO-PINHEIRO, 2017). Muito provável que algo semelhante tenha ocorrido no mês de julho/2022 no município de Erval Seco, pois no dia anterior à coleta houve registro de precipitação pluviométrica neste local (23 mm). Este fato provavelmente pode explicar os números tão elevados do mês.

Também explicaria as altas concentrações de coliformes totais encontradas nos meses de dezembro de 2022 e janeiro de 2023.

A preocupação com as variáveis microbiológicas esta vinculada a questões de saúde pública. Elevadas concentrações de microrganismo em água podem causar diversas doenças de vinculação hídrica, por este fator as concentrações encontradas são preocupante principalmente as do ponto 3, visto que é o local em que a CORSAN realiza a captação da água para abastecimento público.

Tabela 14- Variáveis biológicas (Coliformes Totais e *E. coli*) em NMP/100 ml.

Meses	Pontos	Coliformes Totais	<i>E. coli</i>
Jul./22	P1	35.000	6.300
	P2	68	45
	P3	16.000.000	2.800.000
	P4	16.000.000	9.200.000
	P5	43.000.000	35.000.000
Ago./22	P1	7.000	490
	P2	11.000	20
	P3	9.400	1.700
	P4	3.300	2.300
	P5	31.000	13.000
Set./22	P1	4.600	490
	P2	5.400	490
	P3	3.300	1.700
	P4	400	400
	P5	1.700.000	160.000
Out./22	P1	14.000	330
	P2	22.000	330
	P3	11.000	1.700
	P4	7.900	4.900
	P5	35.000	7.900
Nov./22	P1	1.400	230
	P2	170	<1,8
	P3	61.000	<1,8
	P4	820	<1,8
	P5	40.000	<1,8
Dez./22	P1	160.000	130
	P2	16.000	460
	P3	94.000	680
	P4	92.000	1.300
	P5	92.000	3.300
Jan./23	P1	54.000	220
	P2	92.000	230
	P3	24.000	1.700
	P4	92.000	200
	P5	5.400.000	170.000

Fonte: Autora (2023).

#### 4.4 AVALIAÇÃO MACROSCÓPICA AMBIENTAL

Os resultados obtidos na análise macroscópica estão apresentados na Tabela 15, juntamente com a classificação quanto ao seu grau de preservação.

Tabela 15- Resultados da análise macroscópica nos cinco pontos.

	P1	P2	P3	P4	P5
Cor da água	2	2	2	2	2
Odor da água	3	3	3	3	3
Lixo ao redor	3	3	3	3	2
Materiais flutuantes (lixo na água)	3	3	3	3	2
Espumas	3	3	3	3	3
Óleos	3	3	3	3	3
Esgoto	3	3	3	3	3
Vegetação	1	1	1	2	2
Uso por animais	3	3	3	1	1
Uso antrópico	3	3	1	3	3
Proteção (cercado)	1	1	2	1	1
Prox. de residências	3	1	1	1	1
Tipo de área de inserção	2	2	2	2	2
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>28</b>
Classificação	Razoável	Razoável	Ruim	Ruim	Ruim
Classe	C	C	D	D	D

Fonte: Autora (2023).

Nos resultados obtidos da análise macroscópica, o ponto1 foi classificado como *Razoável* (classe C), neste foi possível observar que não havia proteção e a vegetação no entorno da nascente havia sofrido alterações.

Localizado em uma área privada, o P1 está inserido no meio de uma área de plantação agrícola e, ao redor da nascente há uma pequena quantidade de árvores que seria uma proteção, contudo não é muito eficaz, pois devido à degradação desta mata o acesso é muito fácil.

No ponto 2, nascente do rio secundário, encontrou-se uma classificação similar ao ponto 1. Este ponto também foi classificado como *Razoável*, classe C, porém o somatório obtido foi de 31 pontos.

O P2, localizado em uma propriedade privada, não possui nem um cercado ou proteção ao seu redor e, a vegetação que circunda o ponto está degradada. Nas últimas coletas

notou-se que uma das árvores que protege a nascente havia tombado, mesmo que o ponto esteja no meio de dois pequenos barrancos a remoção desta árvore facilita um pouco mais o acesso. Além disso, o ponto 2 está localizado próximo de lavouras e de instalações urbanas.

Importante destacar que em geral o P2 não apresentou odor e nem lixo ao redor, porém no mês de julho/2022 esta situação foi diferente. Notou-se que no ponto havia um odor desagradável e também uma sacola de lixo jogado próximo à água.

Já o ponto 3, trecho no meio do Rio Lajeado Lambedor, foi classificado como *Ruim*, ou seja, classe D. Esta classificação se deu devido ao somatório das pontuações de 30. A vegetação do P3 está bastante alterada, neste ponto há uma casa de bomba da CORSAN e uma barreira que auxiliam no bombeamento da água para tratamento e após distribuição para a população.

Ademais, neste trecho do rio há uma proteção, o ponto é cercado com uma grade de ferro, entretanto, a grade está sempre aberta, permitindo o acesso livre ao local. O P3 está localizado no meio do centro urbano, logo, está próximo de residências. O local do ponto 3 foi categorizado como área privada.

O trecho no meio do Rio secundário (P4) também foi classificado como *Ruim* igual ao P3. Diferente do ponto 3, no ponto 4 a vegetação nativa está um pouco mais preservada, contudo, neste pontos já foi observado diversas vezes animais como aves (patos e ganso) e mamíferos bovinos (vacas/bois) consumindo ou até dentro da água. Este ponto também está localizado em uma propriedade privada, no P4 não há proteção, o que permite o acesso dos animais à água. Por estar em uma propriedade privada e no meio da cidade, o ponto 4 está bem próximo de uma residência.

O resultado da avaliação macroscópica no P5 teve como somatório final 28, portanto classificado como *Ruim* (classe D). O trecho final apresentou alguns resíduos ao seu entorno e resíduos flutuando na água, mas devido à ação realizada no projeto de extensão da UFSM/FW, o projeto da ecobarreira ecológica, a quantidade de resíduos diminuiu consideravelmente.

O acesso ao corpo d'água não é protegido, o que permite o uso de animais para a dessedentação, principalmente bovinos que pastam próximo ao local. O ponto 5 está localizado pode-se dizer quase no final da área urbanizada do município de Erval Seco, consequentemente há residências em suas proximidades e a vegetação foi um pouco alterada.

Em nem um dos pontos a classificação foi de Ótima ou Boa, este fato chama bastante a atenção e explica alguns dos resultados encontrados na análise das variáveis físico-químicas

e microbiológicas. Segundo Galvan et al. (2020), os autores verificaram em seu estudo que problemas relacionados com microrganismos e contaminantes agrícolas estão ligados à inexistência de preservação da mata nativa em torno da área estudada e a proximidade destes locais com residências e área agrícola.

O método de avaliação macroscópica ambiental ainda é muito voltado para estudos em nascentes. Entretanto, assim como o presente estudo e o estudo realizado por Silva, Marvila e Santos (2020), mostram que essa análise é bastante eficaz e pode ser aplicada como forma de controle e acompanhamento de toda a extensão do corpo hídrico, já que o uso e ocupação das áreas ao entorno no curso d' água influenciam diretamente na qualidade da água.

#### 4.5 CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO VIGENTE

A partir dos resultados das análises físico-químicas realizadas nos cinco pontos (P1, P2, P3, P4 e P5), foi possível comparar os resultados obtidos com a Resolução CONAMA nº 357 de 2005, e assim, verificar a condição da água para classificação do corpo hídrico conforme dos padrões de qualidade da água doce (Tabela 16).

Tabela 16- Valores máximos permitidos para cada classe da CONAMA nº 357 de 2005.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO (mg/L)	3,0	5,0	10,0	-
OD (mg/L)	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0
Turbidez (uT)	40	100	100	-
Cor verdadeira (uH)		75	75	-
pH	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	500	500	500	-
Ferro Total (mg/L)	0,3	0,3	5,0	-
Fósforo Total (mg/L)	0,1	0,1	0,15	-
Nitrito (mg/L)	1,0	1,0	1,0	-
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	3,7	3,7	13,3	-
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	200	1.000	4.000	-

Fonte: Autora (2023).

Então, para cada mês foi realizado o enquadramento dos pontos de coleta. Iniciando com o mês de julho de 2022 (Tabela 17), o qual os pontos P1, P3, P4 e P5 foram classificados



como classe 4, e o ponto P2 como classe 1. No P1 a DBO passou do valor máximo permitido para classe 1 e 2, pois a concentração chegou a 5,10 mg/L, contudo, o que definiu a classe 4 para este ponto foi o valor encontrado para coliformes termotolerantes, que ultrapassou o valor de 4.000 NMP/100 ml.

O oposto aconteceu no P2, neste ponto todas as variáveis estavam de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução para classe 1. Já o P3 as variáveis DBO, ferro total e fósforo excederam os VMP permitidos para classe 1 e 2, sendo assim enquadrados como classe 3. Porém no P3, ocorreu o mesmo que no ponto 1, para a variável de coliformes termotolerantes, as médias encontradas passavam do permitido para classe 3, portanto este ponto foi enquadrado como classe 4.

Os pontos P4 e P5 tiveram um comportamento similar neste mês. Para ambos os pontos a turbidez e a DBO poderiam ser enquadrados como classe 2. Contudo, estes dois pontos também foram classificados como classe 4, devido a variável de coliformes que extrapola o valor de 4.000 NMP/100 ml.

Tabela 17- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de julho de 2022.

	Jul./22				
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 4	Classe 1	Classe 4	Classe 4	Classe 4

Fonte: Autora (2023).

Os resultados das variáveis físico-químicas da água encontrados no atual estudo permitiram classificar os cinco pontos no mês de agosto nas classes 3 e 4, de acordo com a CONAMA 357/2005 (Tabela 18).

Em geral, a maioria dos pontos foram classificados como classe 3, devido às concentrações de ferro que ultrapassaram o VMP de 0,3 para classe 1 e 2. A única exceção foi o ponto 5 que detectou média de 13.000 NMP/100 ml para coliformes termotolerantes, ultrapassando o valor máximo permitido para as classes 1, 2 e 3. Variáveis como DBO para P1, P2 e P3, puderam ser enquadradas como classe 2. Para P4 e P5 o enquadramento seria para a classe 3.

Tabela 18- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de agosto de 2022.

Ago./22					
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 4

Fonte: Autora (2023).

No mês de setembro de 2022, todos os pontos foram enquadrados na classe 4, de acordo com a CONAMA n° 357. Mas mesmo que no P2 e no P4 as médias encontradas para OD (P2) e coliformes termotolerantes (P1, P2 e P4) pudessem ser enquadradas como classe 2, os valores encontrados para fósforo em todos os pontos fizeram com que todos os pontos fossem classificados como classe 4 (Tabela 19). Vale destacar que todos os pontos, referente ao ferro, puderam ser classificados como classe 3, atendendo o VMP de 5 mg/L.

Tabela 19- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de setembro de 2022.

Set./22					
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 4

Fonte: Autora (2023).

No mês de outubro de 2022, baseado na DBO, o P5 se enquadraria na classe 2, porém de acordo com o OD, os pontos P1 e P2 seriam enquadrados nesta classe. Contudo, observou-se que para ferro P1, P3, P4 e P5 ultrapassaram os valores máximos permitidos para enquadramento da classe 2, e são enquadrados como classe 3.

Referente a variável coliformes, as nascentes (P1 e P2), estão dentro dos padrões para classe 2, mas P3 está de acordo com a classe 3, e P4 e P5 excedem o valor permitido para ser classificado como classe 3. Por fim, o enquadramento ficou: P1 classe 3; P2 classe 2; P3 classe 3; P4 classe 4 e P5 classe 4 (Tabela 20).

Tabela 20- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de outubro de 2022.

Out./22					
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 3	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 4

Fonte: Autora (2023).

Neste mês de novembro, em todos os pontos, foi observado que a variável ferro se enquadra na classe 3, a qual o VMP é de 5 mg/L. Porém as classificações finais foram um pouco diferentes, no P1, P3, P4 e P5 a classificação final foi classe 3, por conta do valor de ferro. Já P2, foi classificado como classe 4, devido ao valor encontrado para OD, que estava muito baixo. O enquadramento final está representado na Tabela 21.

Tabela 21- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de novembro de 2022.

	Nov./22				
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 3	Classe 4	Classe 3	Classe 3	Classe 3

Fonte: Autora (2023).

Em dezembro/2022, para a variável OD todos os pontos apresentaram valores maiores que 5 mg/L OD, podendo ser classificado como classe 2. Para ferro todos os cinco pontos ultrapassaram o máximo permitido para classe 2, então poderiam ser classificados como classe 3. Relativo a coliformes, os pontos 2 e 3 foram enquadrados como classe 2, já os pontos 5 e 4 tiveram enquadramento para a classe 3. Assim, no final todos os pontos foram classificados como classe 3, devido a contaminação de ferro total (Tabela 22).

Tabela 22- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de dezembro de 2022.

	Dez./22				
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3

Fonte: Autora (2023).

Por fim, em janeiro de 2023, encontrou-se para algumas variáveis um enquadramento como classe 2, OD nos pontos 1, 2, 4 e 5, e coliformes termotolerantes nos pontos 1 e 2. Entretanto, todos os pontos podem ser enquadrados como classe 3 por causa do ferro, além disso o ponto 3 também é classificado como classe 3 devido às concentrações de coliformes. O ponto 5 é enquadrado como classe 4 por causa dos coliformes (Tabela 23), ou seja, sem considerar o P5, classificado como classe 4, todos os demais pontos são enquadrados na classe 3 da CONAMA n° 357/2005.

Tabela 23- Enquadramento dos pontos de coleta no mês de janeiro de 2023.

	Jan./23				
	P1	P2	P3	P4	P5
Classificação CONAMA 357/05	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 4

Fonte: Autora (2023).

Analisando todos os meses e todos os enquadramentos realizados, o mês de setembro/2022 obteve a pior classificação para todos os pontos. Neste mês todas as localidades de amostras foram enquadradas como classe 4.

Também pode-se detectar uma possível contaminação da água por ferro em todos os meses. E no mês de setembro/22 reparou-se uma possível contaminação de ferro total e fósforo total.

Segundo Berlanda et al (2021), passivos ambientais provindos de ações humanas podem favorecer significativamente alterações na qualidade da água, e essas mudanças, em geral, ocorrem em áreas com ausência de cobertura vegetal e/ou lançamento de efluentes e resíduos próximos ou diretamente no corpo hídrico.

Em sua grande maioria P1, P2, P3 e P4 foram classificados como classe 3. No estudo realizado por Stefanello e Souza (2018) também foi possível enquadrar o ponto 4 (denominado pelas autoras do estudo) como classe 3 já que os valores encontrados para DBO e coliformes termotolerantes não estavam de acordo os exigidos para classe 2.

Neste caso, quando um curso hídrico é enquadrado como classe 3, de acordo com Resolução CONAMA n° 357 (2005), os usos para a água ficam mais restritos. De acordo com a mesma as águas enquadradas nesta classe podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, desde que passem por um tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.

Diferente dos demais pontos, o P5, a partir da observação realizada, apresentou em mais meses o enquadramento na classe 4. Berlanda et al (2021) e Pol et al. (2019) também classificaram seus cursos hídricos estudados, rio Desquite e arroio Schmidt respectivamente, como classe 4, contudo diferente dos autores a variável que, na maioria das vezes se encontrou fora dos padrões, foi os coliformes termotolerantes.

Podemos observar pela legislação vigente que quanto maior for a classe de enquadramento, pior é considerada a qualidade da água, conseqüentemente, maiores serão as

restrições. Portanto, segundo a CONAMA 357/2005 as água enquadradas como classe 4 podem ser destinadas à navegação ou à harmonia paisagística.

#### 4.6 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA

Foi realizado, para cada um dos pontos, a análise do Índice de Qualidade da Água. A partir dos resultados obtidos, pode-se observar as variações do IQA em cada um dos pontos ao longo dos sete meses de estudo.

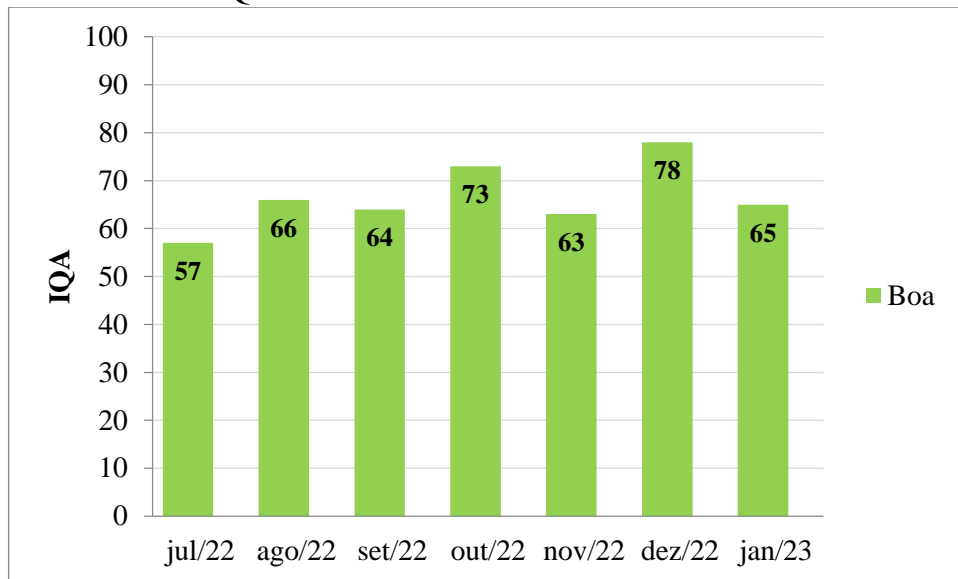
No ponto 1, ponto referente à nascente do Rio Lajeado Lambedor, o IQA apresentou pesos entre 57 a 78, demonstrando que não há muita variância de classificações, já que em todos os meses a água no P1 foi classificada como *Boa*. Um destaque para o mês de dezembro de 2022, o qual quase alcançou a classificação de *Ótima* (Figura 16).

Santos, Oliveira e Palmeira (2016) encontraram em seu estudo uma situação similar à encontrada em Erval Seco, mais especificamente no P1. No estudo os autores obtiveram, para os pontos de coleta 1 e 3, a classificação de *Bom* e seus pesos variaram entre 52 a 73 o IQA.

O menor peso obtido no presente estudo foi destacado no mês de junho/2022, este fato é, provavelmente, consequência da concentração de coliformes termotolerantes mais elevada identificada neste mês (

Tabela 14).

Figura 16- Resultados do IQA durante os meses no P1.

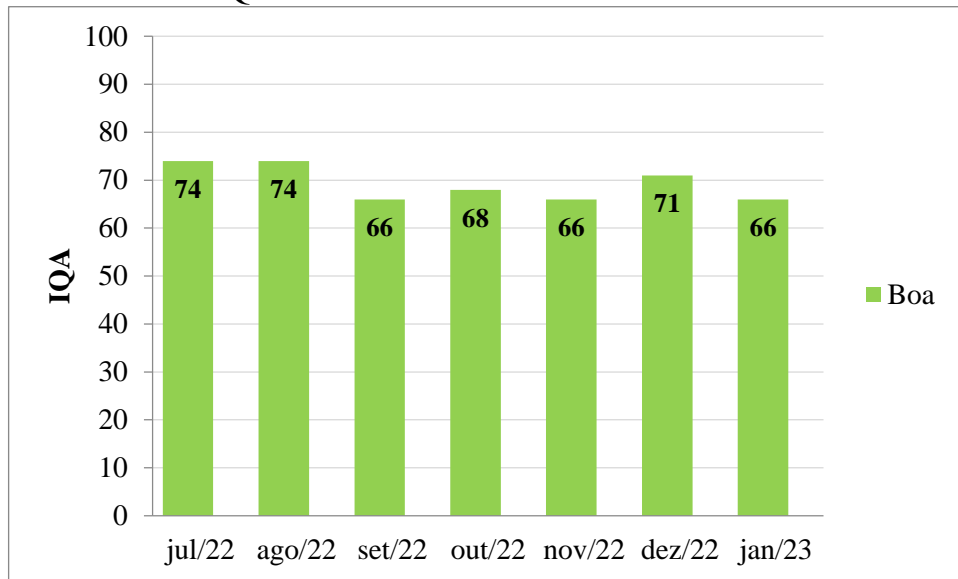


Fonte: Autora (2023).

Assim como no P1, o P2 também encontrou valores satisfatórios para o IQA. Os valores obtidos ao longo dos meses estiveram na faixa de 66 a 74, classificando a água como *Boa* em todos os sete meses.

Na Figura 17 têm-se os valores encontrados para cada mês, e é possível observar que estes valores, comparados a Leitão et al. (2015), são bem próximos. De acordo com os autores, um dos fatos que explica os menores valores é a falta de mata nativa para proteção contra o arraste e a contaminação do curso hídrico.

Figura 17- Resultados do IQA durante os meses no P2.

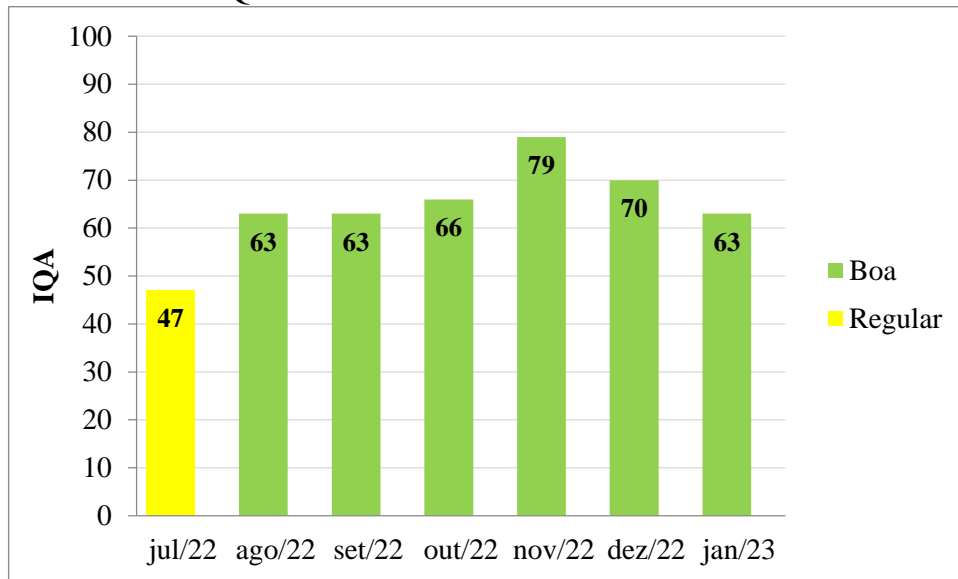


Fonte: Autora (2023).

Diferente dos pontos localizados nas nascentes, o P3 apresentou resultados para o IQA que oscilaram um pouco mais. No mês de julho/2022 a água no ponto 3 foi classificada como *Regular* (47), porém nos meses seguintes, agosto/2022, setembro/2022, outubro/2022, novembro/2022, dezembro/2022 e janeiro/2023, houve uma melhoria na qualidade da água e ela pode ser classificada como *Boa* a partir dos valores encontrados de 63,63,66,79,70 e 63 respectivamente, para cada mês.

Neste ponto é importante destacar os dois extremos, no mês de julho/2022 encontrou-se a classificação de *Regular*, provavelmente, devido à alta concentração de coliformes tremotolerantes detectada. Contudo, no mês de novembro quase atingiu um IQA classificado como *Ótimo*, as concentrações de *E. coli* diminuíram, entretanto o resultado obtido para OD não foi muito satisfatório, o que gerou este peso de 79.

Figura 18- Resultados do IQA durante os meses no P3.



Fonte: Autora (2023).

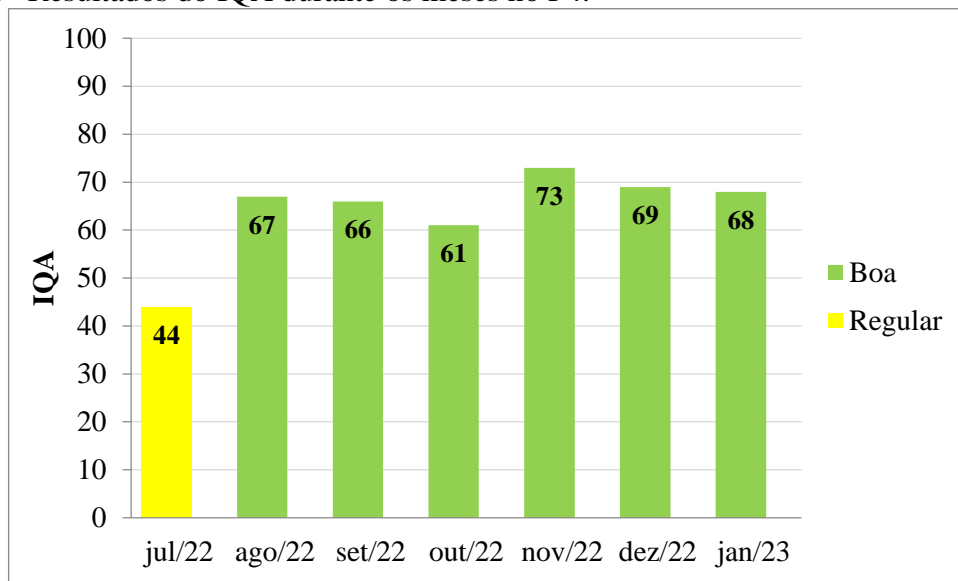
Semelhante ao ponto 3, o ponto 4 também encontrou o menor índice de qualidade da água no mês de julho de 2022. Foi encontrado para o primeiro mês de coleta o valor de 44, podendo assim ser classificado como *Regular*.

Collares et al. (2021) encontraram em um dos seus pontos de análise, ao comparar com os demais, uma média menor. De acordo com autores isso ocorre por causa da grande quantidade detectada de coliformes fecais no ponto de coleta, além do mais, ressaltam outro influenciador que seria a proximidade deste local com o centro da cidade.

Apesar dos resultados encontrados no mês de julho, nos meses de agosto/2022 a janeiro/2023 a classificação da água foi de *Boa*, variando, ao decorrer dos meses, de 61 a 73.



Figura 19- Resultados do IQA durante os meses no P4.

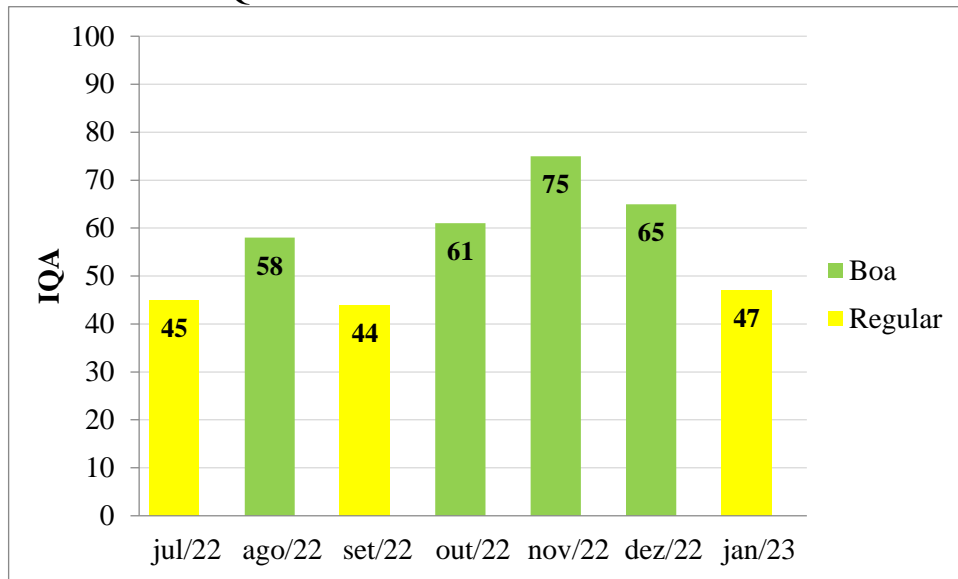


Fonte: Autora (2023).

Por fim, no P5, trecho final do Rio Lajeado Lambedor, encontraram-se valores que foram de 44 a 75. Nos meses de julho/2022, setembro/2022 e janeiro/2023 encontraram-se valores como 45, 44 e 47, respectivamente, que, comparado aos outros meses, resultaram na pior classificação do IQA para o ponto 5. Nestes meses o Índice de Qualidade da Água foi categorizado como *Regular*. Entretanto, nos outros meses o índice apresentou resultados melhores, conquistando assim uma classificação para água como *Boa*.

É possível relacionar o IQA com a avaliação macroscópica. O ponto 5 na avaliação foi classificado como *Ruim* e teve a menor pontuação (Tabela 15), isto provavelmente refletiu na qualidade da água neste ponto.

Figura 20- Resultados do IQA durante os meses no P5.



Fonte: Autora (2023).

Os valores encontrados, de modo geral, são considerados satisfatórios, já que na maioria dos meses e dos pontos o Índice de Qualidade da Água obtido foi *Bom*. Santos, Oliveira e Palmeira (2016) obtiveram resultados satisfatórios, mas ressaltam que no cálculo do IQA variáveis com maior peso como OD, coliformes termotolerantes e pH, possuem maior influência do que as outras variáveis. Este fato também foi observado no presente estudo, no qual mesmo que as demais variáveis estivessem satisfatórias, se uma das variáveis acima citadas estivesse um pouco acima do esperado, o peso do IQA reduziria e poderia alterar a classificação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação às variáveis físico-químicas estudadas, os resultados obtidos mostram que a atividade antrópica influencia diretamente na qualidade da água do Lajeado Lamedor, principalmente nas variáveis demanda bioquímica de oxigênio, ferro total e fósforo total que apresentaram-se, pelo menos uma vez em um determinado mês, fora do padrão adequado.

De forma geral, as variáveis microbiológicas (*Escherichia coli* e Coliformes Totais), em todos os pontos amostrados, apresentaram-se em desconformidade quando comparadas com as legislações vigentes.

Com relação à legislação vigente as águas do rio Lajeado Lambedor e do riacho secundário foram caracterizadas entre as Classes de qualidade, as Classe 3 e 4, sendo que a destinação de águas da Classe 3 podem ser usadas para dessedentação de animais e para abastecimento populacional, após tratamento convencional, e as águas classificadas como classe 4 só podem ter como destino a navegação e servir como harmonia paisagística, conforme a legislação brasileira vigente.

O Índice de Qualidade da Água (IQA), de maneira geral, apresentou-se de qualidade *Boa*, mostrando que a água dos corpos hídricos estudados é considerada de qualidade satisfatória para esse método de estudo. Contudo, a partir dos demais resultados obtidos e do que observou-se ao longo do estudo, a classificação obtida a partir do método não representou a realidade dos rios. Devido ao fato do Índice de Qualidade da Água abordar algumas variáveis, esta metodologia pode não refletir o contexto real do corpo hídrico.

A avaliação macroscópica ambiental apresentou resultados distintos que foram para o P1 e P2 em grau de preservação *Razoável* e para demais pontos, P3, P4 e P5, grau de preservação *Ruim*. Um fato que chamou a atenção neste estudo foi de que nenhum ponto, principalmente as nascentes, apresentou um grau “Ótimo” ou “Bom” de preservação. Isto demonstra que a proteção no entorno dos rios não está adequada, pois há residências muito próximas ao corpo d’água e há bastante degradação da vegetação no entorno.

Foi possível constatar que ao longo dos meses as médias encontradas para cada variável, o enquadramento nas classes do CONAMA e o Índice de Qualidade da Água foram mudando em cada um dos pontos. Este fato mostra que é necessário realizar um monitoramento periódico do curso hídrico, e que não se pode basear em apenas um único dado em um determinado ponto ou em um determinado dia, já que existem diversos fatores que podem contribuir com a qualidade da água.

Com o estudo em questão percebeu-se também, que todas estas avaliações quanto ao monitoramento das variáveis, avaliação macroscópica e o Índice de Qualidade da Água, estão correlacionadas e diretamente ligadas entre si, pois se a avaliação macroscópica apresentar um grau de preservação *Péssimo*, indica que as concentrações das variáveis estudadas poderão apresentar alterações e o Índice de Qualidade da Água será classificado como *Péssimo* também.

Em trabalhos futuros no município de Erval Seco sugere-se que sejam realizadas periodicamente campanhas de conscientização e educação ambiental para que a população entenda a importância de se preservar o corpo hídrico, além de, melhorar a cobertura vegetal

ao redor do percurso dos rios, melhorar o sistema de esgotamento, para evitar possíveis contaminações no curso d' água, e, também, realizar com mais frequência o monitoramento da qualidade da água do rio Lajeado Lambedor e de seus afluentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). HidroWeb: **Sistemas de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 25 jan. 2023.

AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; RIBEIRO, Lucíola Guimarães. Monitoramento de recursos hídricos e parâmetros de qualidade de água em bacias hidrográficas. In: AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê; BENINI, Sandra Medina. **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. Tupã/Sp: Anap, 2018. Cap. 5, p. 220. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/341805006\\_Capitulo\\_5\\_MONITORAMENTO\\_DE\\_RECURSOS\\_HIDRICOS\\_E\\_PARAMETROS\\_DE\\_QUALIDADE\\_DE\\_AGUA\\_EM\\_BACIAS\\_HIDROGRAFICAS](https://www.researchgate.net/publication/341805006_Capitulo_5_MONITORAMENTO_DE_RECURSOS_HIDRICOS_E_PARAMETROS_DE_QUALIDADE_DE_AGUA_EM_BACIAS_HIDROGRAFICAS). Acesso em: 07 nov. 2023.

APHA, AWWA, WEF (2012) **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 22nd Edition, American Public Health Association, Washington D.C., USA.

ARRUDA, Joel Noleto et al. Monitoramento da qualidade da água do rio Araguaia em Conceição do Araguaia-PA: caracterização do manancial em termos de qualidade. **Brazilian Journal Of Development**, [S.l.], v. 9, n. 05, p. 15507-15516, maio 2023. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv9n5-070>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/59576/43087>. Acesso em: 05 nov. 2023.

ARAÚJO JÚNIOR, João Carlos Morais de. Análise do monitoramento da qualidade da água de rios da bacia hidrográfica do rio Goiana. **Revista Geociências - Ung-Ser**, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 24-0, 15 fev. 2021. <http://dx.doi.org/10.33947/1981-741x-v19n2-4450>. Disponível em: <http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/4450/3237>. Acesso em: 23 out. 2023.

BAGGIO, Hernando; FREITAS, Mariana de Oliveira; ARAÚJO, Amanda Dias. Análises dos parâmetros físico-químicos oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico e temperatura, suas correlações com o uso e ocupação da terra no baixo curso do Rio das Velhas-MG. **Caminhos de Geografia**, [S.l.], v. 17, n. 60, p. 105-117, 16 dez. 2016. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg176008>. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/34036/19454>. Acesso em: 30 out. 2023.

BERLANDA, Adriana et al. Avaliação temporal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite, Santa Catarina. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.l.], v. 26, n. 1, p. 45-51, fev. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220180094>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/3kNPCbHRzyV8QKqcBcmkcXb/?format=pdf&lang=pt..>

Acesso em: 23 out. 2023.

BRASIL, Lei nº 9433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm). Acesso em: 25 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

CARVALHO, A.P.; BALDUINO, A.R.; MACIEL, G.F. PIKANÇO, A.P. Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional – TO. **Geociências**, v. 35, n. 3, p. 472-484, 2016. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/11696/766>. Acesso em: 25 jan. 2023.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, **Apêndice E. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**.2016.

CIDADE-BRASIL. **Município de Erval Seco-Rs**. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-erval-seco.html>. Acesso em: 25 jan. 2023.

COLLARES, Maria Fernanda Antunes et al. Avaliação da qualidade de água do rio Pardo (MG) com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Research, Society And Development**, [S.l.], v. 10, n. 5, 7 maio 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15532>.

DANVI, A. et al. Comparing water quantity and quality in three inland valley watersheds with different levels of agricultural development in central Benin. **Agricultural Water Management**, Elsevier, p. 257-270, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/318856832\\_Comparing\\_water\\_quantity\\_and\\_quality\\_in\\_three\\_inland\\_valley\\_watersheds\\_with\\_different\\_levels\\_of\\_agricultural\\_development\\_in\\_central\\_Benin](https://www.researchgate.net/publication/318856832_Comparing_water_quantity_and_quality_in_three_inland_valley_watersheds_with_different_levels_of_agricultural_development_in_central_Benin). Acesso em: 20 out. 2023.

FABRIS, Bárbara Tomelin; JOÃO, Jair Juarez; BORGES, Endler Marcel. Quantificação de Nitrito em Água Utilizando um Scanner de Mesa. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 2-15, jun. 2020. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/rvq.sbq.org.br/pdf/rvq280420-a2.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. **Revista Geografias**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 8–23, 2012. doi: 10.35699/2237-549X.13336. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13336>. Acesso em: 11 nov. 2023.

FERNANDES, Múcio Luiz Banja et al. Estudo de balneabilidade em quatro praias do arquipélago de Fernando de Noronha baseado em análise de coliformes totais. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 11, 2 set. 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19784>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19784/17549>. Acesso em: 11 dez. 2023.

FREITAS, L.V.P et al. Assessment of surface water quality using the water quality index (WQI) in a river located in northern Minas Gerais (Brazil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 245-255, 22 nov. 2020.. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.4284569>. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/528/268>. Acesso em: 3 out. 2023.

GALVAN, Kelli Andreiza et al. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.1, p.165-176, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.001.0016>. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/338837870\\_Analise\\_ambiental\\_macroscopica\\_e\\_a\\_qualidade\\_da\\_agua\\_de\\_nascentes\\_na\\_bacia\\_do\\_Rio\\_Sao\\_DomingosSC\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/338837870_Analise_ambiental_macroscopica_e_a_qualidade_da_agua_de_nascentes_na_bacia_do_Rio_Sao_DomingosSC_Brasil). Acesso em: 20 out. 2023.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza, Uberlândia**, 17 (32). p. 103-120. Jun. 2005. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9169/5638>. Acesso em: 10 out. 2023.

GONZAGA, Lídia Bruna Teles; LOPES, Valério Magalhães; HURTADO, Fernanda Bay. Avaliação das concentrações de nutrientes e sólidos na bacia hidrográfica do Igarapé Belmont, Porto Velho/RO. *Diversitas Journal*, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 3848-3865, 2021. <http://dx.doi.org/10.48017/dj.v6i4.1785>. Disponível em: [https://diversitasjournal.com.br/diversitas\\_journal/article/view/1785/1512](https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1785/1512). Acesso em: 10 nov. 2023.

JORDÃO, E. P. e PESSOA, C. A. **Tratamento de esgotos domésticos**. 4. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2005. 932 p.

LEAL, F. C. T.; LIBÂNIO, M. Estudo da remoção da cor por coagulação química no tratamento convencional das águas de abastecimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Juiz de Fora – MG, v. 7, n. 3, p. 117–128, jul/set, 2002.

LEAL, Mariana Santos et al. Caracterização hidroambiental de nascentes. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.l.], v. 12, n. 1, p. 146-155, 1 jan. 2017. Disponível em:



<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/SdCmZSRf6NjVktjxN8cVLft/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 05 nov. 2023.

LEÃO, Renata Campos et al. Ocorrência de enteroparasitos e coliformes termotolerantes nas mãos de manipuladores de alimentos de um hospital de ensino. **Cadernos Saúde Coletiva**, [S.l.], v. 26, n. 2, p. 211-215, jun. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1414-462x201800020283>.

Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/cadsc/a/htrFXXmSpx5b9Bhj3sWM7dF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso

em: 11 dez. 2023.

LEITÃO, V. de S.; CUBA, R. M. F.; SANTOS, L. de P. S.; SANTOS NETO, A. S. Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 794–803, 2015. DOI: 10.5902/2236117018330.

Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/18330>.

LUZ, Ezequias da; TOMAZONI, Julio Caetano; POKRYWIECHI, Ticiane Sauer. Monitoramento da qualidade da água e avaliação da capacidade de autodepuração do rio ligeiro no município de Pato Branco - PR. **Geosciences = Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 755-768, 19 dez. 2019. <http://dx.doi.org/10.5016/geociencias.v38i3.13134>. Disponível em:

<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13134/1132>

4. Acesso em: 20 out. 2023.

MAIA, Fábio Fernandes. **Elementos traços em sedimentos e qualidade da água de rios afetados pelo rompimento da barragem de fundão, em Mariana, MG**. 2017. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenheiro Florestal, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

MARTINS, Gerson Lucas Alves et al. Qualidade da água do rio Setúbal em Jenipapo de Minas – MG após construção de barragem. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1025-0, 23 nov. 2017.

<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1981>.

Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/TL9QkcKP7CcHrmhRLfWTMcv/abstract/?lang=en>.

Acesso em: 09 nov. 2023.

MELO JÚNIOR, Ariston Silva et al. Monitoramento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) num filtro lento. **Inovae - Journal Of Engineering, Architecture And Technology Innovation**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 365-383, out. 2020. Disponível em: <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/2006/1622>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MENDES, Thiago Augusto et al. Avaliação de diferentes técnicas de medição do oxigênio dissolvido para o saneamento básico. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 406-426, 5 mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i1>. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/4531/3829>. Acesso em: 19 nov. 2023.

NASCIMENTO, Viviane Felix Silva; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Rca - Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 7, n. 1, p. 91-104, 15 abr. 2013.

OLIVEIRA, K.C. **Contaminação da água consumida pelas comunidades rurais de São João da Barra, RJ, Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2011. Disponível em: <https://portal1.iff.edu.br/o-iffuminense/pesquisa/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado-em-engenharia-ambiental/dissertacoes-de-mestrado/2011/contaminacao-da-agua-consumida-pelas-comunidades-rurais-de-sao-joao-da-barra-2013-rj-brasil>. Acesso em: 23 out. 2023.

OLIVEIRA, Maria Betânia Melo; ARAÚJO, Marlyete Chagas de. Monitoring of water quality of a stream at the Federal University of Pernambuco, Brazil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 247-257, 20 dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1192>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/PPLzN5spbxnBcX7JvWGRRMG/?format=pdf&lang=pt.>

Acesso em: 20 out. 2023.

OLIVEIRA, Regina Maria Mendes; SANTOS, Ezequiel Vieira dos; LIMA, Kalyl Chaves. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S..], v. 22, n. 3, p. 523-529, maio 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017154657>.

Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/M88strXhYpXfLCC7tkVYyrK/?format=pdf&lang=pt.>

Acesso

em: 21 out. 2023.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F.. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo – Contagem. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 183-194, 31 dez. 2012.

<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.962>.

Disponível

em:

<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/6GHv8VYSLbfKNnqGjXhG83c/?format=pdf&lang=pt.>

Acesso em: 21 out. 2023.

PRATTE-SANTOS, Rodrigo; TERRA, Vilma; AZEVEDO JUNIOR, Romildo. Avaliação do efeito sazonal na qualidade das águas superficiais de um importante rio no sudeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 127-143, 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v30n3-2018-7>.

POL, Jeferson Jeldoci et al. Avaliação ambiental da água superficial do Arroio Schmidt (Campo Bom, RS), por meio de análises físico-química, biológica e toxicológica em dois pontos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 159, 3 out. 2019.

<http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e32019159-171>.

Disponível

em:

[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/7101/4542](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7101/4542).

Acesso em: 23 out. 2023.

RESENDE, Keler Mara Gomes de et al. Análise macroscópica como subsídio para um plano de manejo de uma nascente urbana no sul de Minas Gerais. **Revista Augustus**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 49, p. 260-277, mar. 2020.

RIVERA, Carlos A. et al. Trophic assessment of four tropical reservoirs using phytoplankton genera. **Acta Limnologica Brasiliensia**, [S.l.], v. 34, p. 26, 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/s2179-975x11820>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/alb/a/Z77dQfqbrfysvvg9PpdNDsB/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 05 nov. 2023.

Resolução n° 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2023.

RIBEIRO, Lucíola Guimarães; NOGARINI, Eliana Cristina Mariano; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Qualidade microbiológica da água na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados - SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 64, p. 214-223, 30 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg186417>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/322380673\\_QUALIDADE\\_MICROBIOLOGICA\\_DA\\_AGUA\\_NA\\_BACIA\\_HIDROGRAFICA\\_DO\\_RIO\\_SAO\\_JOSE\\_DOS\\_DOURADOS\\_-\\_SP](https://www.researchgate.net/publication/322380673_QUALIDADE_MICROBIOLOGICA_DA_AGUA_NA_BACIA_HIDROGRAFICA_DO_RIO_SAO_JOSE_DOS_DOURADOS_-_SP). Acesso em: 09 nov. 2023.

RIBEIRO, Tamires Irineu et al. Avaliação físico-química de águas minerais comercializadas em Picos, Piauí, Brasil / Physical-chemical evaluation of mineral waters marketed in Picos, Piauí, Brazil. **Brazilian Journal Of Development**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 15566-15579, 2021. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n2-262>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/24665/19710>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SANTOS, Valdex de Jesus; OLIVEIRA, Francisco Bruno Souza; PALMEIRA, Eduardo Silva. CONTRIBUIÇÃO INDIVIDUAL DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA O IQA DO RIO CACHOEIRA, REGIÃO SUL DA BAHIA. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 252-259, 14 dez. 2016. <http://dx.doi.org/10.9771/gesta.v4i2.14886>. Disponível em:

<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/14886/12940>. Acesso em: 30 out. 2023.

SANTOS, Sizabeli et al. Qualidade da água na bacia hidrográfica urbana Cancela Tamandaí, Santa Maria/RS. **Sociedade & Natureza**, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 23-44, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v30n2-2018-2>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/fjj5vqm7wPmVN6XkKQV4W5k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, Elielson Borges da; ALVES, Charles Soares; PORTILHO, José Clemilson dos Santos. Diagnóstico Participativo de Saneamento Básico na comunidade rural do Baixo Rio Araguari, Município de Ferreira Gomes-Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 17-23, 2016. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia>.

SILVA, Emilly Soares Gomes da; MARVILA, Paula de Souza; SANTOS, Antônio Eduardo dos. Avaliação da Qualidade Ambiental do Rio Salinas - MG por meio da Análise Macroscópica. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v. 19, n. 1, p. 78, 16 dez. 2020. <http://dx.doi.org/10.21576/pa.2021v19i1.1888>. Disponível em: <https://pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/pensaracademico/article/view/1888/1701>. Acesso em: 11 dez. 2023.

SILVA, Geilson Rodrigues da et al. Avaliação físico-química e quantificação de metais potencialmente tóxicos em águas superficiais do Rio Jauru. **Revista Internacional de Ciências**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 183-195, 4 dez. 2018. <http://dx.doi.org/10.12957/ric.2018.34864>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/ric/article/view/34864/26998>. Acesso em: 07 nov. 2023.

SILVA, M. A.; ARAÚJO, R. R. Análise temporal da qualidade da água no córrego Limoeiro e no rio Pirapozinho no estado de São Paulo – Brasil, **Revista Formação** v. 1, n. 24, p. 182–203, 2017. Disponível em: <http://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/viewFile/4656/3797>. Acesso em: 01 fev. 2023.

SOUSA, Rayssa Garcia de et al. Mapeamento da distribuição espacial da qualidade da água em função do uso e da ocupação do solo e da precipitação na Bacia do Rio Pará, MG. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.l.], v. 27, n. 4, p. 817-829, ago. 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200369>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/r6NnpGcn7RTcf4tdPvw8xzH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 out. 2023.

SOUZA, Juliana Rosa de et al. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **Rede - Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza**, v. 8, n. 1, p. 26-45, abr. 2014. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217/51>.

SPECIAN, Angie Mendes et al. Ocorrência de bactérias heterotróficas, coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água de abastecimento público de dois municípios do Estado de São Paulo. **Bepa. Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v. 18, n. 205, 18 mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.57148/bepa.2021.v.18.34720>. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/BEPA182/article/view/34720/33264>. Acesso em: 10 nov. 2023.

STEFANELLO, Leiliane Ermínia da Silva; SOUZA, Celia Alves de. Qualidade da água no perímetro urbano do córrego das Pitas em Araputanga, MT. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 208-222, 23 maio 2018. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.001.0015>.

TEIXEIRA, Bruno da Silva; CECCONELLO, Samanta Tolentino; CENTENO, Luana Nunes. Análise de similaridade entre variáveis limnológicas pertencentes ao Rio Santa Rosa. **Revista Dae**, São Paulo, v. 71, n. 239, p. 129-142, 20 dez. 2022. <http://dx.doi.org/10.36659/dae.2023.010>. Disponível em: [http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_239\\_n\\_2107.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_239_n_2107.pdf). Acesso em: 05 nov. 2023

TELLES, Dirceu D' Alkmim; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. Coordenação. In: **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 1º ed. Blucher. São Paulo, 2007.

TORMAM, Mylena Feitosa et al. Variabilidade sazonal da qualidade da água na Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 54-59, 15 dez. 2017. <http://dx.doi.org/10.15210/rbes.v4i2.12245>. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/RBES/article/view/12245>. Acesso em: 16 nov. 2023.

UN-WATER. UNITED NATIONS WATER **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: Soluções Baseadas na Natureza para a Gestão da Água**. Tradução Agência Nacional de Águas, ANA. Perugia, Italia: Colombella.2018. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por). Acesso em: 03 nov. 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.