

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM  
ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**INETE CLEIDE BAU**

**FONTES DE ÁGUA SÃO SEGURAS?**  
ESTUDO DE CASO EM FONTES NATURAIS UTILIZADAS PARA CONSUMO  
HUMANO NA APA DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, MUNICÍPIO DE  
ERECHIM - RS

**ERECHIM  
2022**

**INETE CLEIDE BAU**

**FONTES DE ÁGUA SÃO SEGURAS?**

**ESTUDO DE CASO EM FONTES NATURAIS UTILIZADAS PARA CONSUMO  
HUMANO NA APA DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, MUNICÍPIO DE  
ERECHIM - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),  
como requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marília Teresinha Hartmann

Coorientador: Prof. Dr. Liérson Borges de Castro

**ERECHIM**

**2022**

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Bau, Inete Cleide

FONTES DE ÁGUA SÃO SEGURAS?: ESTUDO DE CASO EM FONTES NATURAIS UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO NA APA DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, MUNICÍPIO DE ERECHIM - RS / Inete Cleide Bau. -- 2022.

69 f.:il.

Orientadora: Doutora Marília Teresinha Hartmann

Co-orientador: Doutor Liérson Borges de Castro

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Erechim, RS, 2022.

1. Análise de água em fontes utilizadas para o consumo humano sem tratamento prévio.. I. Hartmann, Marília Teresinha, orient. II. Castro, Liérson Borges de, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

**INETE CLEIDE BAU**

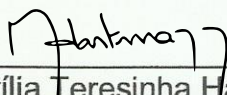
**FONTES DE ÁGUA SÃO SEGURAS?**

**ESTUDO DE CASO EM FONTES NATURAIS UTILIZADAS PARA CONSUMO  
HUMANO NA APA DOS RIOS LIGEIRINHO E LEÃOZINHO, MUNICÍPIO DE  
ERECHIM - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da  
Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS),  
como requisito para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 29/03/2022.

**BANCA EXAMINADORA**



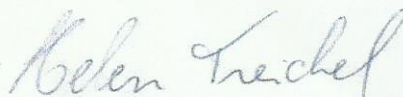
---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marília Teresinha Hartmann – UFFS  
Orientadora



---

Prof. Dr. Liérson Borges de Castro – UFFS  
Coorientador



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helen Treichel – UFFS  
Avaliador



---

Mestre Cristiano Daniel Moreira – Secretário de Meio Ambiente da cidade de  
Erechim/RS  
Avaliador

Dedico este trabalho a Deus, aos meus pais e ao meu namorado, pois sem eles não seria possível vencer este desafio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, me dando força e sabedoria para superar cada obstáculo. Agradeço aos meus pais Ilario e Iracema, por todo o zelo e dedicação que sempre despenderam comigo.

Agradeço em especial ao meu namorado Marcos Provin, por estar ao meu lado em todos os momentos, me incentivando, me dando apoio e acreditando em meu potencial. Quero que ele saiba o quanto foi importante seu apoio para que eu pudesse chegar a esse momento da minha vida.

Minha gratidão aos meus orientadores que me guiaram e me apoiaram no decorrer do meu TCC e de toda minha jornada acadêmica na universidade, gostaria que eles soubessem que escolhi eles pois são exemplos para mim. Agradeço a todos professores do curso, pela dedicação e o conhecimento repassado, o aprendizado ficará sempre na memória. Agradeço em especial a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Helen Treichel, por todo o apoio e o carinho que me dedicou no decorrer da disciplina e em todos estes anos de graduação.

Agradeço em particular ao Mestrando Caio Massora Bagnolo pelas incansáveis horas em laboratório, pelo apoio ao decorrer de todos os experimentos realizados, pela ajuda na coleta das amostras, pela ajuda nas análises e pelo apoio emocional no processo, sua ajuda foi muito importante para que pudesse concluir esta etapa da minha graduação.

Quero agradecer ao técnico Bruno Zucuni Prina, pelo auxílio na elaboração dos mapas. A técnica Suzana Fatima Bazoti pela paciência e zelo em ensinar a manusear os equipamentos que foram utilizados no decorrer da realização das análises.

A todos os amigos que fiz durante a graduação, que me ajudaram a seguir adiante e não desistir. Em especial a Júlia Klipel Paixão, Aline Paula Scussel, Viviane Fatima Carreira, Rafaela Pollon e a Drika Danieli que junto comigo passaram momentos desafiadores, que ficaram na lembrança como os melhores momentos da minha vida. Mas gostaria de agradecer principalmente a Júlia que se mostrou uma grande amiga. Quero demonstrar toda minha gratidão a Rafaela que se disponibilizou a ajudar com o “*abstract*”. Agradeço a Deus por ter conhecido vocês.

Enfim, agradeço a todos que estiveram ao meu lado, saibam que serei eternamente grata.

"Sonhar mesmo que seja impossível  
Lutar mesmo que o inimigo seja invencível  
Suportar a dor, mesmo que seja insuportável  
Correr, mesmo onde o bravo não ouse ir  
Transformar no bem o que é mal,  
mesmo que o caminho seja de mil milhas  
Amar o puro e o inocente,  
mesmo que seja insistente  
Persistir, mesmo quando  
o corpo não mais resista  
E, afinal, tocar aquela estrela,  
mesmo que seja impossível."  
Fernando Pessoa

## RESUMO

O acesso à água potável segura é essencial para qualquer ser humano, mas não é uma realidade para todos. A contaminação dos corpos hídricos é um problema grave, e vem afetando diretamente inúmeras famílias no Brasil e no mundo. O Índice de Qualidade da Água (IQA) tem como objetivo avaliar a qualidade da água para abastecimento público, avaliando nove parâmetros. A fim de, descobrir se fontes de água naturais são seguras, foi analisado a água de seis fontes naturais utilizadas para consumo humano na Área de proteção ambiental (APA) dos rios Ligeirinho e Leãozinho e posteriormente comparado com os padrões de potabilidade exigidos por lei (Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX de 2017 alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021). Ao comparar os valores encontrados nas análises, com o exigido por lei, constatou-se que não é seguro consumir esta água sem o prévio tratamento.

Palavras-chave: Água; Potabilidade; Índice de Qualidade da Água.



## **ABSTRACT**

Access to safe drinking water is essential for every human being, but it is not a reality for everyone. Contamination of water bodies is a serious problem, and it has directly affected countless families in Brazil and around all the world. The Water Quality Index (IQA) aims to assess the quality of water for public supply, evaluating nine parameters. In order to find out if natural water sources are safe, water from six natural sources used for human consumption in the Environmental Protection Area (APA) of the Ligeirinho and Leãozinho rivers was analyzed and subsequently compared with the potability standards required by law (Consolidation Ordinance N° 5 - Annex XX of 2017 amended by Ordinance N° 888 of May 4, 2021). When comparing the values found in the analyses, with what is required by law, it was found that it is not safe to consume this water without prior treatment.

Keywords: Water; Potability; Water Quality Index.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Subdivisão das Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. ....	16
Figura 2 – Parâmetros e pesos finais para determinação do IQA. ....	20
Figura 3 – Localização do Município de Erechim, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. ....	26
Figura 4 – Microbacia Hidrográfica dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, Município de Erechim, RS. ....	27
Figura 5 – Localização das fontes no Município de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. ....	29
Figura 6 – Imagem de satélite com a localização das fontes naturais de água analisadas, na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. ....	30
Figura 7 – Vista externa da fonte 1, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.....	30
Figura 8 – Localização da fonte 2 e vista da fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS, torneira utilizada para a captação da amostra. ....	31
Figura 9 – Localização da fonte 3, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS, e forma de captação da amostra. ....	32
Figura 10 – Vista externa e interna da fonte 4, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. ....	32
Figura 11 – Vista externa e interna da fonte 5, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. ....	33
Figura 12 – Vista externa e interna da fonte 6, fonte natural de água na APA rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. ....	34
Quadro 1 – Coleta, preservação e armazenagem da amostra ....	36
Quadro 2 – Metodologia de análise dos parâmetros do IQA.....	37
Quadro 3 – Valores referência de Índice de Qualidade de Água (IQA) para o Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com ANA, 2004. ....	38
Figura 13 – Teste microbiológico realizado em fontes naturais de água analisadas na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. A imagem apresenta o teste presuntivo negativo (A), teste presuntivo positivo (B).....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas das Fontes Naturais de água analisadas, APA dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, Município de Erechim, RS. ....	28
Tabela 2 – Resultado dos Testes Físico-Químicos realizados nas seis fontes naturais de água analisadas na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. ....	39
Tabela 3 – Resultados dos testes Microbiológicos realizados nas seis fontes naturais de água da APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.....	42
Tabela 4 – Índice de Qualidade da água das fontes .....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGER	Agência Reguladora dos Serviços Públicos Municipais de Erechim
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APA	Área de proteção ambiental
CETESB	Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PEC	Proposta de Emenda à Constituição
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS .....	14
1.1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
1.1.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1	RECURSOS HÍDRICOS E BACIAS HIDROGRÁFICAS .....	15
2.2	LEGISLAÇÃO .....	17
2.3	QUALIDADE DA ÁGUA E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA).....	20
2.4	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA .....	21
<b>2.4.1</b>	<b>Análises físico-químicas</b> .....	<b>21</b>
2.4.1.1	<i>Turbidez</i> .....	21
2.4.1.2	<i>Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)</i> .....	21
2.4.1.3	<i>Nitrogênio</i> .....	22
2.4.1.4	<i>Fósforo</i> .....	22
2.4.1.5	<i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i> .....	23
2.4.1.6	<i>Temperatura</i> .....	23
2.4.1.7	<i>Oxigênio Dissolvido (OD)</i> .....	24
2.4.1.8	<i>Sólidos</i> .....	24
<b>2.4.2</b>	<b>Análises Microbiológicas</b> .....	<b>25</b>
2.4.2.1	<i>Coliformes</i> .....	25
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	26
3.2	LOCALIZAÇÃO DAS FONTES ANALISADAS.....	28
3.3	CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES .....	29
3.4	ANÁLISES <i>IN LOCO</i> .....	34
3.5	COLETA E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS .....	35
3.6	ANÁLISES LABORATORIAIS.....	37
3.7	CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA) .....	37
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>39</b>
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	39
4.2	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	41

4.3	ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA).....	43
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>APÊNDICE A – Resultados obtidos através da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus .....</b>	<b>52</b>
	<b>APÊNDICE B – Determinação de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes/ Escherichia coli pelo método de ensaio em tubos múltiplos .....</b>	<b>53</b>
	<b>APÊNDICE C – Resultados dos Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes/ Escherichia coli .....</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE D – Curva padrão fósforo para as fontes 1,4 e 5 .....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE E – Curva padrão fósforo para as fontes 2,3 e 6 .....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE F – Cálculo do IQA com pontuação para todos os ponto.....</b>	<b>57</b>
	<b>APÊNDICE G – Comparação do IQA em todos os ponto .....</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO A – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas ....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO B – Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1mL e 0,1mL em séries de 5 tubos .....</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO C – Declaração Universal dos Direitos da Água .....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um bem inestimável e segundo a Resolução da Assembleia Geral da ONU A/RES/64/292, garantir o “acesso à água potável segura e ao saneamento básico é um direito legal, e não um bem ou serviço providenciado a título de caridade.” Atualmente torna-se mais difícil assegurar este direito, pois devido ao crescimento populacional, a demanda hídrica aumentou drasticamente, aliado a isso, os níveis de contaminação também estão mais elevados, o que influencia diretamente o processo de desinfecção, tornando-o mais complexo e de alto custo (BALEN, 2016, COSTA et al., 2006).

A preocupação causada pela escassez hídrica, juntamente com a baixa qualidade da água disponível, vem trazendo diversos questionamentos quanto ao futuro do abastecimento público no Brasil e no mundo. Para conscientizar a população quanto aos problemas relacionados à água, em 1992 a Organização das Nações Unidas (ONU), instituiu o “Dia Mundial da Água” e divulgou a Declaração Universal dos Direitos da Água (Anexo C), onde expôs sobre o futuro da humanidade, os cuidados com a água e a administração responsável dos recursos hídricos (CAPELLARI; CAPELLARI, 2018).

Atualmente inúmeras pessoas não possuem acesso à água potável. Estima-se que a cada dez pessoas, três não tenham acesso a água encanada e tratada, ou seja, cerca de 2,2 bilhões de pessoas em todo mundo (ONU, 2019). O consumo de água contaminada está ligado diretamente à proliferação de diversas doenças, entre elas diarreia, toxoplasmose, ascaridíase (lombriga), rotavírus, cólera, disenteria, hepatite A e febre tifóide (FORGIARINI; PACHALY; FAVARETTO, 2018). Cerca de 361 mil crianças morrem todos os anos devido à diarreia (OMS, 2020).

No Brasil, existe uma Proposta de Emenda à Constituição N° 4, de 2018, já aprovada no senado, agora tramitando na câmara como PEC 6/2021, que tem por objetivo incluir na Constituição Federal, o acesso à água potável entre os direitos e garantias fundamentais. O propósito é garantir a todos o acesso à água potável em quantidade adequada para possibilitar meios de vida, bem-estar e desenvolvimento socioeconômico (Brasil, 2018, 2021b).

A contaminação dos corpos hídricos é um problema grave e afeta praticamente todas as fontes de água, porém mais diretamente as fontes de águas superficiais,

sendo que esta contaminação decorre principalmente do descarte inadequado de efluentes, pela utilização de agrotóxicos e pela falta de saneamento básico (GOMES et al., 2013). As águas superficiais são provenientes de fontes naturais, formando lagos, rios, córregos e poços (LIBÂNIO, 2016). Considera-se fonte natural à água que emerge naturalmente a superfície, e isso ocorre devido à proximidade dos lençóis freáticos à superfície terrestre. As nascentes são cortes superficiais de lençóis freáticos; esta vazão dá início ao curso da água, formando rios, córregos e sangas (SOUZA et al., 2019). Nos locais onde existem fontes naturais e nascentes, os cuidados quanto a possíveis contaminações devem ser redobrados (COELHO, 2000; COELHO; DUARTE, 2003).

O controle da qualidade da água para abastecimento, preza garantir que a água seja distribuída em condições de potabilidade, obedecendo a parâmetros estipulados pelas normas e leis vigentes. A portaria N° 888 de 4 de maio de 2021 alterou o anexo da Portaria de Consolidação N° 5 de 2017, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água e traz os padrões de potabilidade destinada ao consumo humano proveniente de sistema de abastecimento de água, solução alternativa de abastecimento de água, coletiva e individual (BRASIL, 2021a).

Localizado ao norte do estado do Rio Grande do Sul, o município de Erechim abrange os comitês de bacias hidrográficas dos rios Apuaê – Inhandava e do rio Passo Fundo, que fazem parte da bacia do rio Uruguai (IBGE, 2020; ERECHIM, 2020). A CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) é responsável pelo abastecimento de água e pelo saneamento no município. A captação da água utilizada para abastecer o município é proveniente principalmente de dois rios (ENTAAL ENGENHARIA, 2015), localizados dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) dos rios Ligeirinho e Leãozinho (mesmo nome dos rios utilizados para o abastecimento). Mas como a rede de água e esgoto não abrange todo o município, algumas famílias não recebem água tratada, tendo então que optar por formas alternativas de abastecimento. Alguns optam por utilizar a água de poços e outros preferem captar diretamente de fontes naturais. O presente projeto objetiva analisar a qualidade da água e identificar possíveis contaminações em fontes empregadas para consumo de famílias, sem tratamento prévio.



## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

O presente projeto tem por objetivo, avaliar e caracterizar a qualidade da água das fontes naturais, utilizadas para o abastecimento de famílias residentes na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar amostras de água de fontes naturais na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho.

- Verificar possíveis contaminações presente nas fontes utilizadas para consumo.

- Verificar parâmetros físico-químicos: Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio, Fósforo, Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos.

- Verificar parâmetros biológicos: Coliformes Totais e Escherichia Coli.

- Comparar os resultados com os padrões de potabilidade exigidos por lei (Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX de 2017 alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021).

- Verificar se há a necessidade de realizar tratamentos para satisfazer os padrões de potabilidade expressos nas leis vigentes.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 RECURSOS HÍDRICOS E BACIAS HIDROGRÁFICAS

Cerca de 75% da superfície terrestre encontra-se encoberta por água, um volume equivalente a  $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$  (LIBÂNIO, 2016). Mas 97% da água do planeta está em oceanos e mares, deste modo, indisponíveis para o consumo. Três quartos desta água doce encontram-se inacessível em geleiras e calotas polares, apenas 0,1% do total do suprimento de água doce é superficial, sendo este constituído principalmente de lagos, rios e fontes (BAIRD; CANN, 2011).

O Brasil é o país com maior abundância de água, possuindo o equivalente a 12% de toda água doce do planeta (ANA, 2010). De forma a evitar a escassez de água, o Brasil instituiu a Lei Nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas (BRASIL, 1997). A lei foi responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com objetivo de estabelecer metas, normas, fiscalizar e promover o acesso à informação. E o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), para gerenciar os recursos financeiros, jurídicos e de ordem pública sobre as bacias hidrográficas brasileiras (ANA, 2020a).

O PNRH é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil, descentralizado, integra os estados e a união, e foi responsável pela instalação do comitê de bacias hidrográficas (BRASIL, 1997). Os comitês de Bacias Hidrográficas são compostos por três instâncias, são elas os usuários, a sociedade civil organizada e o governo, encarregados por deliberar sobre seus usos, outorgas e identificar e gerenciar os conflitos pela água (ANA, 2020a, 2020c). A divisão hidrográfica nacional foi estabelecida pela Resolução Nº 32, de 15 de outubro de 2003:

Art. 1º Fica instituída a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

Parágrafo único. Considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 2003).

As bacias hidrográficas são áreas onde devido ao relevo e a declividade, a água da chuva escoar para um rio principal e seus afluentes, o Rio Grande do Sul possui 24 bacias hidrográficas presentes em seu território, como é possível visualizar na figura 1. O município de Erechim faz parte dos comitês Apuaê-Inhandava e Passo Fundo, compreendidos pela região hidrográfica do Uruguai. O Comitê da Região Hidrográfica do Rio Uruguai é subdividido pela Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura em 11 Comitês (SEMA, 2020).

Figura 1 – Subdivisão das Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: GUIA GEOGRÁFICO - BRASIL, 2020.

## 2.2 LEGISLAÇÃO

A primeira versão do código de águas no Brasil data de 1907. Este documento embora aprovado na primeira vez, teve sua tramitação interrompida até 1934 (ABAS, 2022). A crise econômica que ocorreu no fim do século XIX e início do século XX, resultou no aumento da demanda por energia elétrica e para suprir esse consumo, uma solução foi utilizar a água como força motriz. Para regularizar seu uso, o decreto N° 24.643 de 10 de julho de 1934, aprovou o Código de Águas Brasileiro (CETESB, 2020).

Desde a publicação do Código, com o aumento populacional e a maior demanda de água, tanto para a produção de energia, quanto para o consumo residencial, industrial e agrícola, houve várias alterações na legislação nacional (CETESB, 2020). Em 1967 foi sancionada a lei n° 5.318, responsável por instituir a Política Nacional de Saneamento e criar o Conselho Nacional de Saneamento. No Art. 7, está expresso que a comissão diretora deve auxiliar os municípios e estados na criação de entidades estaduais de saneamento e órgãos municipais autônomos. De modo que estas possam assegurar a operação e administração dos serviços de distribuição de água e esgotamento sanitário (BRASIL, 1967).

A lei das águas (Lei N° 9.433/97), deu maior abrangência ao Código das Águas de 1934, estabeleceu os usos múltiplos da água, considerou prioritário o abastecimento humano e dessedentação animal em casos de escassez, foi um marco importante para a gestão dos recursos hídricos (ANA, 2020a). A lei N° 9.433/97 foi responsável por instituir a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), e criar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Em 2000 a lei N° 9.984 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), para implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (ANA, 2020c).

A ANA é uma agência reguladora, tem como finalidade fazer cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas do Brasil. Regulando o acesso e o uso dos recursos hídricos de domínio da União. Em julho de 2020 a lei 14.026 atualizou as competências da ANA. No Art. 4° - A, vale frisar o inciso I do § 1° (ANA, 2020c; BRASIL, 2020).

§ 1° Caberá à ANA estabelecer normas de referência sobre:

I - padrões de qualidade e eficiência na prestação, na manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico (BRASIL, 2020);

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) (BRASIL, 1981; CONAMA, 2020). A Resolução CONAMA N° 357/2005, “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.” Em 2011 a resolução N° 430 também veio para completar e alterar partes da resolução N° 357, referentes às condições e padrões de lançamentos de efluentes (BRASIL, 2005, 2011).

As águas superficiais (água doce) são enquadradas em classes segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes. As de classe especial e de classe 1 podem ser utilizadas para consumo humano após tratamento simplificado, classe 2, após tratamento convencional, classe 3, após tratamento convencional ou avançado, no entanto quando a água for classificada como classe 4 não recomenda-se que seja destinada ao consumo humano (BRASIL, 2005). As fontes naturais podem ser enquadradas em classes pelo CONAMA N° 357, seguindo os mesmos critérios das águas superficiais.

A Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano. Vale frisar o Art. 4° e o Art. 31, em anexo:

Art. 4° Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 31. Os sistemas de abastecimento e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água que utilizam mananciais superficiais devem realizar monitoramento mensal de *Escherichia coli* no(s) ponto(s) de captação de água (BRASIL, 2021).

A lei N° 12.651, de 25 de maio de 2012 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, inclusive a vegetação em torno de fontes naturais e nos cursos da água. O novo código florestal (lei N° 12.651), estabelece normas gerais para a proteção da vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem-estar das gerações presentes e futuras (BRASIL, 2012).

A área de estudo localiza-se em uma área de proteção ambiental (APA), e as APAs são assistidas pela lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. A APA é uma unidade de conservação e faz parte do grupo das unidades de uso sustentável (Art. 14 da Lei N° 9.985 de 18 de julho de 2000). Vale mencionar o Art. 15:

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

No município de Erechim a agência reguladora dos serviços públicos é a AGER, criada a partir da lei N° 5.310, de 26 de março de 2013, têm natureza de autarquia com regime jurídico especial, fiscaliza e regulamenta as atividades de serviços públicos, mediante prévia concessão, permissão ou autorização, com a devida previsão contratual. A empresa responsável pelo abastecimento de água e o saneamento no município, é a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) (AGER, 2020).

Já para a aprovação de licença para a execução de obras, a prefeitura fiscaliza e exige tratamento individual dos efluentes domésticos, assim como previsto no item 7.2.2 da lei N° 3017 de 23 de dezembro de 1997. No Art. 154 da lei orgânica municipal de 1990, está expressa a obrigatoriedade do tratamento do esgoto por parte do poder público (ERECHIM, 1990):

Item 7.2.2 – Onde não existir rede cloacal de esgoto é obrigatória a instalação de caixa de gordura e fossa séptica, podendo o efluente da fossa séptica ser lançado individualmente ou coletivamente à rede pluvial, desde que trate por tratamento primário por filtro anaeróbio ou similar.

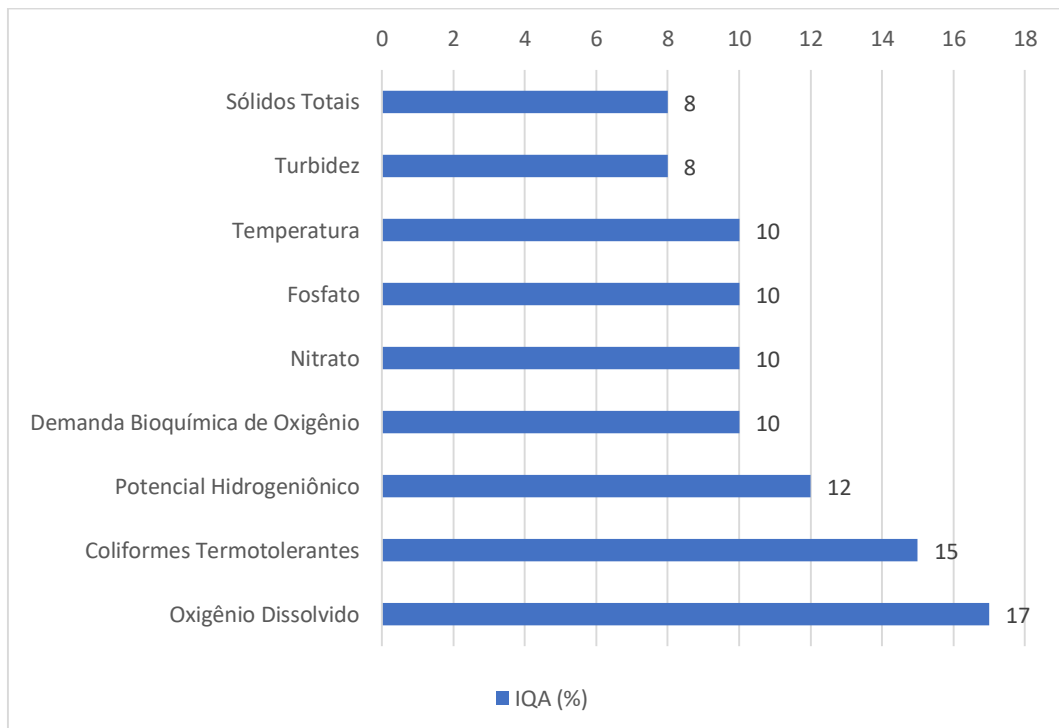
Art. 154 – O Poder Público Municipal, por si ou por seus componentes, em convênio com o órgão em nível estadual, fica obrigado a tratar os esgotos domésticos por ele coletados, antes do lançamento dos mesmos, nos corpos receptores, assegurando anualmente no orçamento do Município, recursos necessários para o estabelecimento definitivo do esgoto, obrigando-se o Município a concorrer proporcionalmente ao valor venal do imóvel da área construída, com o pagamento das despesas de tratamento, e a Lei assegurará isenção de taxas para imóveis destinados a população de baixa renda (ERECHIM, 1990).

### 2.3 QUALIDADE DA ÁGUA E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

Para a água ser considerada potável é necessário que ela esteja livre de contaminação. De modo a determinar a qualidade da água, dispomos de parâmetros, estes abrangem características físicas, químicas e biológicas. Ao analisá-las podemos identificar se há contaminação, assim como, determinar o nível de contaminantes presentes no meio aquoso, quando analisado um conjunto de parâmetros, pode-se indicar se há a necessidade de realizar o tratamento da água e qual deve ser aplicado (BALEN, 2016; SPERLING, 2005).

O índice de qualidade da água (IQA) foi desenvolvido pela National Sanitation Foundation dos EUA. É composto por nove parâmetros, estes estão expostos com seus respectivos pesos na Figura 2. Utilizado em todo Brasil, com a finalidade de avaliar a qualidade dos recursos hídricos brutos, voltado ao abastecimento humano após prévio tratamento (LIBÂNIO, 2016; CETESB, 2022).

Figura 2 – Parâmetros e pesos finais para determinação do IQA.



Fonte: LIBÂNIO, 2016.

## 2.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Para a determinação do IQA são analisados nove parâmetros, estes identificam a presença de compostos físico-químicos e microbiológicos. Abaixo são apresentados estes nove parâmetros utilizados para o cálculo do IQA:

### 2.4.1 Análises físico-químicas

#### 2.4.1.1 Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência que um feixe de luz sofre ao passar através da água, está associada diretamente com a presença de sólidos em suspensão, estes de origem natural ou de origem antrópica. Pode ser provocada pela presença de areia, argila, silte, algas, plâncton, matéria orgânica, além de substâncias como ferro, zinco e manganês (FUNASA, 2013). A principal fonte de turbidez é decorrente da erosão do solo que ocorrem em épocas de cheias, quando as águas pluviais trazem um grande quantidade de detritos para o corpo hídrico, em tempos de escassez a turbidez de origem natural tende a ser menor (LIBÂNIO, 2016).

Medido com a ajuda de um equipamento chamado turbidímetro, sua unidade é uNT (unidades nefelométricas de turbidez). O padrão de potabilidade em qualquer ponto da rede de distribuição é de no máximo 5 uNT (APHA; AWWA; WEF, 2012; FUNASA, 2013; BRASIL, 2021a).

#### 2.4.1.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

Este parâmetro é responsável por indicar a intensidade do consumo de oxigênio em mg/L. Este oxigênio é consumido por bactérias na estabilização da matéria orgânica carbonácea, simultaneamente indica a concentração de carbono biodegradável (LIBÂNIO, 2016).

Para analisar a DBO utiliza-se o teste de  $DBO_{5,20}$ , que consiste em resguardar a amostra em um local isento de luz por 5 dias a 20°C, representa o consumo de 80%



da matéria orgânica presente, para definir este valor é necessário realizar a verificação do oxigênio dissolvido antes e depois deste período (APHA; AWWA; WEF, 2012; AOAC, 2000). Para que a água seja considerada de classe 1 a DBO 5 dias a 20°C deve ter no máximo 3 mg/L O<sub>2</sub>; classe 2 a DBO 5 dias a 20°C deve ser de até 5 mg/L O<sub>2</sub> e para ser de classe 3 a DBO 5 dias a 20°C pode atingir até 10 mg/L O<sub>2</sub> (BRASIL, 2005)

#### 2.4.1.3 Nitrogênio

A presença de nitrogênio em corpos hídricos pode ocorrer na forma orgânica, amoniacal, como nitrito e nitrato. São principalmente de origem doméstica, na água o nitrogênio amoniacal é oxidado a nitrito pelas bactérias Nitrossomonas (LIBÂNIO, 2016).

O nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), possui efeitos nocivos ao ambiente aquático, pois juntamente com o fósforo constituem um ambiente perfeito para desenvolvimento de algas, cianobactérias e plantas aquáticas, causando déficit de oxigênio e pode ser tóxico em grandes quantidade (LIBÂNIO, 2016). A Resolução CONAMA 357 de 2005, indica que para classificar um corpo hídrico como classe 1, deve haver no máximo 3,7 mg/l de nitrogênio amoniacal total (pH 7,5), já para ser considerado classe 3 deve ter no máximo 13,3 mg/l de nitrogênio amoniacal total. Na Portaria consta que o valor deve ser de 1,2 mg N-NH<sub>3</sub>/l (BRASIL, 2005, 2021).

Para a determinação do nitrogênio amoniacal é realizada uma titulação; a amostra é tamponada a pH 9,5 para evitar a hidrólise de tiocianatos e outros compostos orgânicos, após é destilada e coletada em uma solução absorvente de ácido Bórico; e então titulado com um titulante de ácido sulfúrico, este método é indicado para 5 a 100 mg N-NH<sub>3</sub>/l (AOAC, 2000).

#### 2.4.1.4 Fósforo

O fósforo assim como o nitrogênio é um importante nutriente para os processos biológicos, seu excesso causa a eutrofização dos corpos hídricos. Normalmente ocorre naturalmente na forma de ortofosfato (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), derivado do ácido fólico

( $C_{19}H_{19}N_7O_6$ ) da lixiviação das rochas fosfatadas. Mas pode também ser de origem antrópica proveniente de defensivos agrícolas, fertilizantes e de dejetos animais. A fonte caracteriza-se como um ambiente lótico (com movimentação de água). A Resolução CONAMA 357 prevê que a concentração máxima de fósforo total, em ambientes lóticos para que seja classificado como classe 1 deve ser de até 0,1 mg P/l (LIBÂNIO, 2016, BRASIL, 2005).

Determina-se a partir do método fósforo solúvel, um método colorimétrico que necessita de ácido sulfúrico, antimônio-tartarato de potássio, molibdato de amônia e ácido ascórbico, para na presença de fósforo, obter uma solução de coloração intensa. Esta solução é encaminhada para leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 880 nm, e comparada com uma curva padrão previamente obtida (APHA; AWWA; WEF, 2012; AOAC, 2000).

#### 2.4.1.5 Potencial hidrogeniônico (pH)

É responsável por indicar a acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. O pH pode ser modificado de forma natural, quando as rochas calcárias solubilizam eleva-se o pH, e quando há oxidação de matéria orgânica o pH diminui. Mas pode ocorrer variação de pH devido às ações antrópicas, decorrentes de despejos industriais, domésticos e agrotóxicos. Esta variação depende dos compostos presentes nestes efluentes (LIBÂNIO, 2016).

A leitura do pH é realizada com o auxílio de um equipamento denominado pHmetro (APHA; AWWA; WEF, 2012; FUNASA, 2013). Para o presente projeto realizou-se a medição do pH com a Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus. Normas anteriores indicavam que o pH ideal para água tratada deveria ser de 6 a 9,5, mas a portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, não traz mais a obrigatoriedade de uma faixa de pH para o consumo e distribuição de água (BRASIL, 2021a).

#### 2.4.1.6 Temperatura

É a medida da intensidade de calor que está associado com a matéria, pode ser de origem natural, como pela radiação solar, clima, latitude entre outros fatores

naturais. A variação de temperatura devido a interferência antrópica, ocorre decorrente aos despejos de processos industriais, assim como os despejos de torres de resfriamento (LIBÂNIO, 2016).

Em fontes não ocorre variação brusca da temperatura, pois as únicas formas de interferências são as naturais e, como as fontes se encontram abaixo do nível do solo as temperaturas tendem a se manter constantes com pouca ou nenhuma variação ao longo do dia (ANA, 2004; LIBÂNIO, 2016). A medição é realizada no momento da coleta, com o auxílio de um termômetro ou como no presente projeto o uso de uma Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus.

#### 2.4.1.7 Oxigênio Dissolvido (OD)

O Oxigênio Dissolvido (OD) é vital para todo o sistema aquático, e o parâmetro mais importante para a qualidade da água. Para a manutenção da vida é necessário teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 a 5 mg/l. A concentração de saturação de OD é diretamente proporcional à pressão atmosférica ou inversamente proporcional a altitude, e indiretamente proporcional à temperatura. Neste caso, a saturação de OD é a concentração teórica máxima em determinada temperatura e pressão atmosférica. A salinidade também altera as concentrações de saturação de OD (LIBÂNIO, 2016).

O OD pode ser proveniente da movimentação dos rios, da fotossíntese, da dissolução do oxigênio presente na atmosfera, assim como, pode ser adicionado artificialmente, por intermédio de aeradores. Quando houver a presença de algas em excesso, o OD, pode ultrapassar os valores de saturação. Se houver a presença de matéria orgânica, o OD diminuirá consideravelmente (ANA, 2004; LIBÂNIO, 2016). A medição de OD é realizada com o auxílio equipamento oxímetro, ou diretamente na Sonda Multiparamétrica (Funasa, 2013).

#### 2.4.1.8 Sólidos

Os sólidos caracterizam toda matéria suspensa ou dissolvida na água, eles se subdividem em sólidos em suspensão totais (SST), sólidos dissolvidos totais (SDT). Podem ter origem natural ou antropogênica. Influencia diretamente na qualidade da

água para abastecimento, pois uma quantidade elevada de sólidos, contribui negativamente em parâmetros como cor, pH e também em parâmetros microbiológicos (SABESP, 1999; LIBÂNIO, 2016). Os sólidos totais dissolvidos foram determinados com o auxílio da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus.

## **2.4.2 Análises Microbiológicas**

### **2.4.2.1 Coliformes**

As bactérias do grupo coliformes termotolerantes (ou fecais) habitam normalmente o trato intestinal de animais de sangue quente, não são patogênicas, mas são indicadores da presença de agentes patogênicos, devido ao fato delas serem facilmente detectáveis e quantificáveis. Além de serem mais resistentes aos agentes desinfetantes, que outros organismos patogênicos presentes na água (FUNASA, 2013; LIBÂNIO, 2016). Para a água ser considerada potável, não pode conter coliformes totais, *Escherichia coli* e coliformes termotolerantes (BRASIL, 2021a).

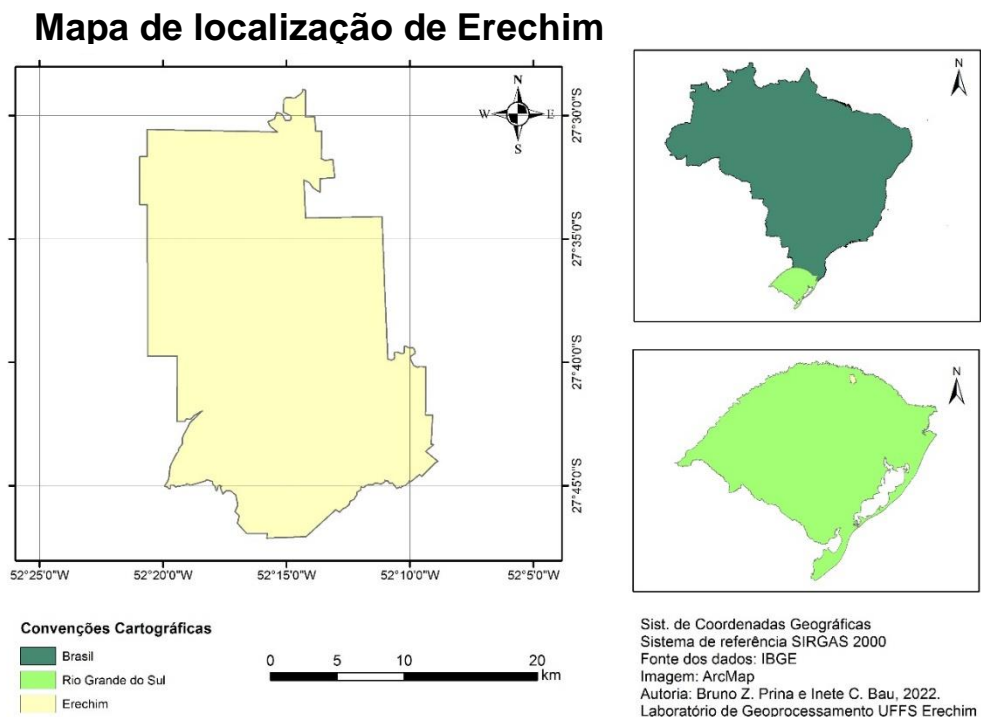
Para a determinação destes parâmetros é realizado o método de ensaio em tubos múltiplos, os resultados são expressos em N.M.P (Número Mais Provável) / 100 ml (APHA; AWWA; WEF, 2012; AOAC, 2000).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Erechim encontra-se localizado ao norte do estado do Rio Grande do Sul como ilustrado na figura 3, nas coordenadas 27° 38' 3" Sul e 52° 16' 26" Oeste e a uma altitude de 783 metros (ERECHIM, 2020). Seu território tem uma extensão de 429,204 km<sup>2</sup>, estima-se que 105.862 pessoas residam no município, de acordo com o censo realizado em 2019 (IBGE, 2020). Conforme relatório do censo IBGE de 2010 o município possui cerca de 90.2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado.

Figura 3 – Localização do Município de Erechim, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.



Fonte: Autora, 2022

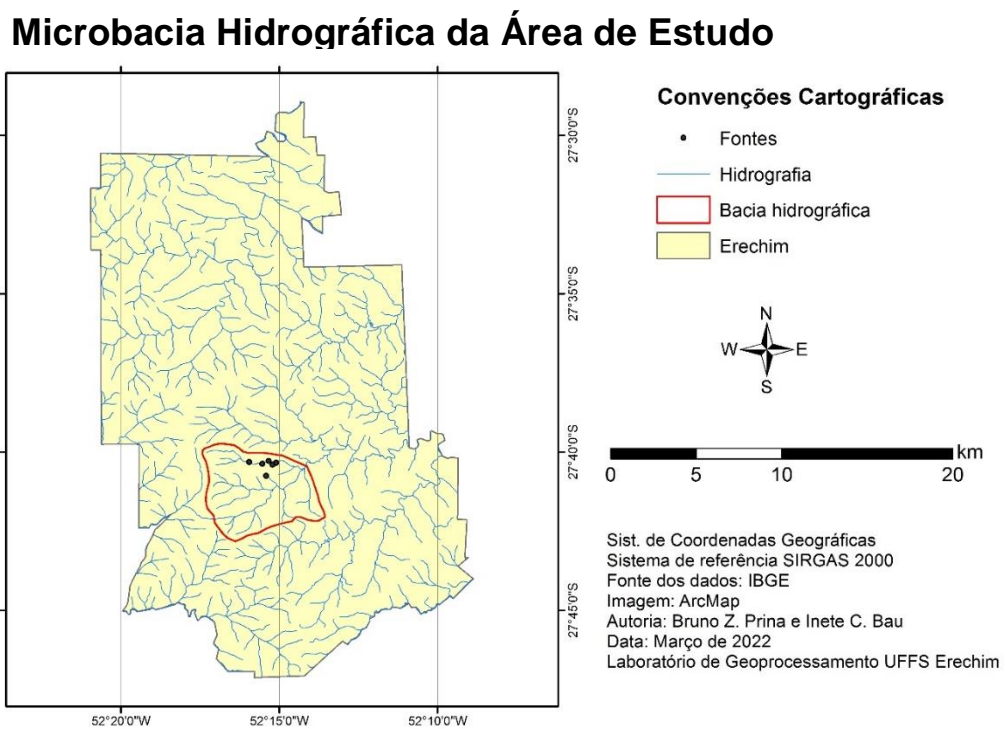
A cidade faz parte da região do Alto Uruguai, que está sobre a cordilheira da Serra Geral, sendo o divisor de águas para as bacias hidrográficas do Rio Passo Fundo que se localiza a sudoeste de seu território e é onde nascem as águas afluentes do Rio

Cravo, e a do Rios Apuaê-Inhandava, onde encontra-se os Rios Tigre e Toldo para o Rio Apuaê Mirim, e os Rios Suzana e Dourado para o Rio Uruguai (ENTAAL ENGENHARIA, 2015).

O presente estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, situada sobre a Bacia Hidrográfica dos rios Ligeirinho e Leãozinho, criada em 04 de janeiro de 1994 pela Lei Municipal N° 2.595, com uma extensão de 21,2 km<sup>2</sup> e nomeada em homenagem aos rios (ERECHIM; URI, 2011).

A área se localiza sobre um derrame basáltico, desta forma, as rochas presentes no local são de origem basáltica e o solo resultado do intemperismo sobre as mesmas. A precipitação média anual no município de Erechim é de 1.802 mm, a precipitação média mensal, varia entre 125 mm (março) e 195 mm (outubro) (ERECHIM; URI, 2011). Os Rios Ligeirinho e Leãozinho são responsáveis pelo abastecimento da barragem da CORSAN, e possui uma vazão média de 250 l/s e 40 l/s, respectivamente (ERECHIM; URI, 2011).

Figura 4 – Microbacia Hidrográfica dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, Município de Erechim, RS.



Fonte: Autora, 2022

### 3.2 LOCALIZAÇÃO DAS FONTES ANALISADAS

Para esse estudo, foram escolhidas fontes naturais de água, localizadas na APA dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, utilizadas para abastecimento de moradores das margens dos rios. Estas encontram-se próximas e são responsáveis pelo fornecimento de água nas residências, em alguns casos abastecem mais que uma residência. A água proveniente das fontes é destinada ao consumo humano, a dessedentação animal, higiene e limpeza. Presente na Tabela 1 estão as Coordenadas Geográficas das Fontes Naturais de água analisadas no presente estudo.

Tabela 1 – Coordenadas Geográficas das Fontes Naturais de água analisadas, APA dos Rios Ligeirinho e Leãozinho, Município de Erechim, RS.

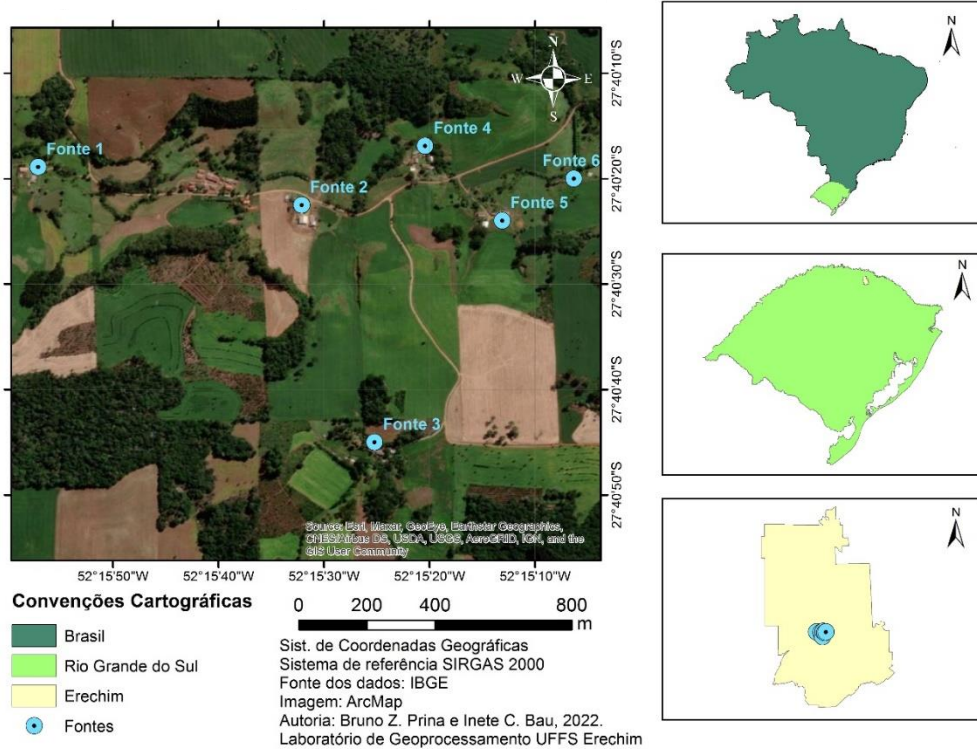
Amostra	Latitude	Longitude	Famílias abastecidas
Fonte 1	27°40'18,9" S	52°15'57,1" W	6
Fonte 2	27°40'22,5" S	52°15'32,1" W	3
Fonte 3	27°40'45,0" S	52°15'25,2" W	1
Fonte 4	27°40'16,9" S	52°15'20,4" W	1
Fonte 5	27°40'24,0" S	52°15'13,1" W	1
Fonte 6	27°40'20,0" S	52°15'06,3" W	1

Fonte: Autora, 2022.

As fontes estudadas encontram-se próximas, todas compreendidas pela APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, assim como possível visualizar na figura 5 de localização das fontes no Município de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil, apresentada abaixo.

Figura 5 – Localização das fontes no Município de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil.

### Mapa de localização das fontes



Fonte: Autora, 2022.

### 3.3 CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES

As fontes naturais de água analisadas neste estudo estão localizadas na zona rural do município de Erechim, em uma área predominantemente agrícola, composta por cultivos de grãos, principalmente soja e milho. As fontes 1, 2 e 6 possuem em seu entorno vegetação nativa. Já as fontes 3, 4 e 5 não possuem vegetação nativa em seu entorno, a fonte 6 encontra-se em uma área de banhado.



Figura 6 – Imagem de satélite com a localização das fontes naturais de água analisadas, na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 1 - Localizada em meio a uma área arborizada, a fonte 1 possui proteção com alvenaria, apresenta três extravasores para dar vazão ao excesso de água. Responsável por abastecer diretamente seis famílias. A água é direcionada para as residências por gravidade e não há nenhuma forma de tratamento antes do consumo. Segundo informações coletadas esta fonte abastece as residências a mais de 50 anos e o esgotamento sanitário no local é feito a partir de fossas sépticas.

Figura 7 – Vista externa da fonte 1, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 2 - A fonte 2 encontra-se em um local de difícil acesso, em meio a uma área arborizada. Encontra-se totalmente fechada e a única saída de água é diretamente na residência. Deste modo, a amostra foi coletada em uma das torneiras presentes no local. A fonte abastece diretamente três residências. A família capta a água do local a mais de 70 anos, sendo esta a única fonte de água das residências e empregada para todos os usos. Uma das residências possui um filtro elétrico e as outras duas não realizam nenhuma forma de tratamento. O esgotamento sanitário é feito a partir de fossa séptica nas 3 residências.

Figura 8 – Localização da fonte 2 e vista da fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS, torneira utilizada para a captação da amostra.



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 3 - Responsável por abastecer uma família, esta fonte é destinada para o preparo de alimentos e dessedentação humana. A fonte está abaixo do nível do solo, com rochas na parte superior, porém localiza-se em uma área de acesso livre de animais. É direcionada por gravidade até um reservatório e deste é conduzida até a residência por um sistema motobomba. A água não passa por nenhuma forma de tratamento antes de seu consumo. O esgotamento sanitário na propriedade é feito a partir de fossa séptica.

Figura 9 – Localização da fonte 3, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS, e forma de captação da amostra.



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 4 - A fonte 4 encontra-se próximo de uma das residências visitadas no estudo e ao Rio Leãozinho. Logo a cima há uma área de lavoura, no entorno há a presença de gramíneas e alguns exemplares de araucárias. A fonte é edificada com concreto nas paredes e fundo, sendo coberta por folhas de zinco e algumas de fibrocimento, a água fica estocada e é direcionada para casa por um sistema motobomba. Toda a água consumida na propriedade é proveniente da fonte, não há tratamento prévio antes do consumo. O esgotamento sanitário da residência é feito por fossa séptica.

Figura 10 – Vista externa e interna da fonte 4, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 5 - Localizada junto a residência da propriedade, logo acima há uma lavoura e abaixo existem edificações. No entorno observa-se a presença de grama. A fonte possui intervenção com paredes/teto/fundo em alvenaria, onde a água fica estocada, é canalizada e direcionada para a residência por um sistema motobomba, não possui nenhum tipo de vedação. Não há nenhum tratamento antes do consumo. O esgotamento sanitário da residência é realizado a partir de fossa séptica.

Figura 11 – Vista externa e interna da fonte 5, fonte natural de água na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.



Fonte: Autora, 2022.

- Fonte 6 - A fonte 6 está localizada em uma área de banhado. A água é direcionada para a residência por gravidade, os residentes consomem a água da fonte desde que residem no local, há mais de 50 anos. A fonte não apresenta edificação, apenas alguns tijolos nas laterais para suportar a cobertura de madeira, no interior da fonte é possível visualizar a presença de raízes. A água não passa por tratamento, esporadicamente utilizam o processo de fervura para o tratamento. A água captada na fonte é utilizada para todas as necessidades da propriedade. O esgotamento sanitário é feito a partir de fossa séptica.

Figura 12 – Vista externa e interna da fonte 6, fonte natural de água na APA rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.



Fonte: Autora, 2022.

### 3.4 ANÁLISES *IN LOCO*

As análises *in loco* representam toda e qualquer análise passível de ser realizada no local. Os parâmetros determinados *In loco* foram a temperatura, o oxigênio dissolvido (OD), os sólidos totais dissolvidos (STD) e o pH. Para esta determinação utilizou-se a Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus. Realizou-se a medição mergulhando a sonda na água, tomando cuidado para não encostar no fundo, mantendo-a por alguns minutos para que ela estabilize e os valores apareçam no visor, em cada ponto é necessário realizar a limpeza com água destilada e realizar a ambientação do instrumento. Na fonte 1, 2 e 3 foi necessário coletar a amostra em um balde, para isso foi ambientado o balde, recolhida a amostra e mergulhada a sonda. Todos os resultados foram anotados e finalizada a medição (CPRM, 2007).

### 3.5 COLETA E ARMAZENAMENTO DAS AMOSTRAS

As amostras das fontes 4, 5 e 6 foram coletadas diretamente nas fontes, enquanto a amostra da fonte 1 foi coletada no extravasor; a amostra da fonte 2 foi coletada na torneira da residência e a amostra da fonte 3 foi coletada em um cano que saía direto da fonte. Para a realização da coleta utilizou-se um recipiente de vidro estéril com capacidade de 1.000 ml e dois de 500 ml, para a realização das análises, as amostras foram levadas para o laboratório de Ecologia e Conservação da UFFS- Campus Erechim, mantidas sobre resfriamento e preparadas para análise. No quadro 1 abaixo estão dispostas as formas de coleta, preservação e armazenamento da amostra (CETESB; ANA, 2011).

Quadro 1 – Coleta, preservação e armazenagem da amostra

Ensaio	Classe da Amostra	Recipiente (1)	Quantidade de Amostra	Preservação	Armazenamento	Prazo de Validade (2)
Turbidez	A, B	P, V	250mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração a 4°C ± 2°C	48h
Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)	A, B, C	P, V	2 frascos de 1L	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração a 4°C ± 2°C	24h 48h (6)
Nitrogênio amoniacal	A, B, C	P, V	250mL	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 até pH < 2 Resfriamento (em gelo)	Refrigeração a 4°C ± 2°C	7 dias
Fósforo (ortofosfato)	A, B, C	P, V	250mL	(4) Resfriamento (em gelo)	Refrigeração a 4°C ± 2°C	48h
Potencial Hidrogeniônico – ph *	A, B, C, D	-	-	-	-	Ensaio imediato
Temperatura*	A,B,C	-	-	-	-	Ensaio imediato
Oxigênio Dissolvido (OD)*	A, B, C	VDBO	300mL	1mL de sulfato mangano- so + 1mL de azida sódica. Sem resfriamento	Não requerido	8h
Sólidos*	A, B, C	P, V	500mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração a 4°C ± 2°C	7 dias
Coliformes	B	P, V, SP LE	100mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração entre 2 °C e 8°C e proteger da luz. Não congelar	8h

Legenda: Classe da amostra: (A - amostra de água tratada; B - amostra de água bruta; C - amostra de água residuária; D - amostras de solo, sedimento, lodo, material sólido de dragagem, resíduo sólido e semi-sólido em geral);

Recipiente: (1) Recipientes: V = Frasco de vidro neutro; VDBO = Frasco do tipo DBO (300mL), com tampa esmerilhada; LE = Limpeza especial; P = Frasco plástico descartável (de polímero inerte); SP = sacos plásticos estéreis; (2) A partir do momento da coleta das amostras; (4) filtrar em campo em membrana 0,45mm, (6) Prazo máximo regulatório segundo o Standard Methods, 21ª ed., 2005;

\* Análises realizadas *in loco* com auxílio da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus.

Fonte: (CETESB; ANA, 2011)

### 3.6 ANÁLISES LABORATORIAIS

Para a realização das análises em laboratório adotou-se as metodologias expressas no Quadro 2. Baseando-se nestes procedimentos, foi possível realizar a solicitação de todos os reagentes, em quantidade adequada, para a confecção das soluções utilizadas para as análises. Com todas as soluções preparadas, foi possível realizar as determinações dos parâmetros: Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO), Nitrogênio amoniacal total, Fósforo (Ortofosfato) e Coliformes (AOAC, 2000; APHA; AWWA; WEF, 2012; FUNASA, 2013).

Quadro 2 – Metodologia de análise dos parâmetros do IQA

Ensaio	Metodologia
Turbidez	APHA; AWWA; WEF 2130 B
Demanda Bioquímica de oxigênio (DBO)	APHA; AWWA; WEF 5210 B
Nitrogênio amoniacal total	AOAC 973.49
Fósforo (Ortofosfato)	APHA; AWWA; WEF 4500 E
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Sonda multiparâmetro
Temperatura	Sonda multiparâmetro
Oxigênio Dissolvido (OD)	Sonda multiparâmetro
Sólidos totais dissolvidos	Sonda multiparâmetro
Coliformes	Funasa pag.9 - 39

Fonte: APHA; WWA; WEF, 2012; FUNASA, 2013; AOAC, 2000.

### 3.7 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

Para calcular o IQA, foram utilizados os pesos dos parâmetros expressos no Gráfico 1, e nas Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas (Anexo A). Para a realização deste cálculo pode-se aplicar dois métodos, o método do somatório que consiste na soma de todos os parâmetros multiplicados pelo seu peso e o método do produtório, onde os pesos são empregados como potências dos pontos obtidos, para



cada parâmetro de qualidade de água. Abaixo estão as duas fórmulas (ANA, 2004; LIBÂNIO, 2016):

Método somatório: 
$$IQA = \sum_{i=1}^n w_i \cdot q_i$$

Método produtivo: 
$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

Onde:

- $W_i$  = peso do parâmetro analisado;
- $q_i$  = pontos recebidos pelo parâmetro analisados, estes retirados das curvas resultantes da opinião dos especialistas;
- $n$  = número de parâmetros analisados.

Após o cálculo foi definido o nível de qualidade da água em cada ponto analisado, de acordo com os valores de referência do Rio Grande do Sul, apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Valores referência de Índice de Qualidade de Água (IQA) para o Rio Grande do Sul, Brasil, de acordo com ANA, 2004.

Nível de Qualidade	Intervalo do IQA	Cor de Referência
Ótima	$90 < IQA$	Azul
Boa	$70 < IQA \leq 90$	Verde
Razoável	$50 < IQA \leq 70$	Amarelo
Ruim	$25 < IQA \leq 50$	Marrom
Péssima	$IQA < \text{ou} = 25$	Vermelho

Fonte: ANA, 2004.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As características físico-químicas da água auxiliam a determinar e quantificar elementos presentes na mesma, e a partir desta identificação é possível compará-los com os padrões legais. A norma que regulamenta a qualidade da água em sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água é a Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021.

Para a determinação da qualidade da água foram realizadas as análises do pH, DBO, Turbidez, Nitrogênio amoniacal, Fósforo (Ortofosfato), Temperatura, Sólidos totais dissolvidos e OD. Os resultados obtidos estão expressos na tabela 2, os parâmetros foram classificados por cores para melhor visualização dos resultados, desta maneira, as cores representam a condição do parâmetro, em azul Ótima, em verde Boa, em amarelo Razoável, em marrom Ruim e em vermelho Péssima.

Tabela 2 – Resultado dos Testes Físico-Químicos realizados nas seis fontes naturais de água analisadas na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.

Parâmetro	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6
pH	7,49	7,45	7,45	7,48	7,48	7,42
DBO (mg/l)	0,25	1,63	1,13	0,75	0,63	1,63
Turbidez (UNT)	0,73	0,61	0,51	0,17	0,48	0,48
Nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> mg/l)	6,61	5,55	2,51	18,10	5,02	6,34
Fósforo (Ortofosfato) (P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l)	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Temperatura (°C)	17,7	23,3	19,4	18,8	20,9	14,6
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	49,40	37,05	61,10	44,85	35,75	83,85
OD (mg/l)	4,4	2,7	3,7	2,9	1,9	5,0

Fonte: Autora, 2022.

O pH manteve um comportamento linear em todas as fontes, apresentando valores entre 7,42 e 7,49. Esta linearidade ocorre devido aos seis pontos estarem localizados próximos, sobre a mesma bacia hidrográfica e com características

semelhantes de solo e rocha. A Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX determinava que a água destinada ao consumo deveriam obedecer valores de pH na faixa de 6,0 a 9,5, mas com a alteração da norma agora na Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021 não há mais a especificação de uma faixa de pH para a água destinada ao consumo. Mesmo sem nova definição de valores em lei, o pH das fontes analisadas neste estudo está dentro de uma faixa considerada boa para consumo humano (BRASIL, 2021).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) indica a intensidade que o oxigênio é consumida por fontes orgânicas na água. A Resolução CONAMA 357/05 indica que a DBO 5 dias a 20°C deve ser de até 3 mg/l O<sub>2</sub> para que a água doce seja considerada Classe I (BRASIL, 2005). Nas análises realizadas o valor máximo encontrado foi de 1,63 mg/l nas fontes 2 e 6, sendo que o menor valor de DBO foi de 0,25 mg/l; na fonte 1. Todos os valores de DBO encontrados nas análises estão abaixo de 3 mg/l, o que indica que as fontes analisadas se enquadram na classe 1 (BRASIL, 2005).

Em relação a turbidez, das 6 fontes analisadas o maior valor encontrado foi 0,73, uNT. De acordo com o anexo 11 da Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, na tabela de padrão organoléptico de potabilidade, é definido o valor máximo de turbidez permitido como 5 uNT. Todas as fontes encontram-se dentro do estipulado na norma (BRASIL, 2021).

O valor de nitrogênio amoniacal encontrado na fonte 3 é de 2,51 mg/l de N-NH<sub>3</sub>, o que de acordo com a Resolução CONAMA 357 enquadra a água como classe 1. Nas demais fontes foi constatado em níveis mais elevados, sendo a fonte 4 à possui o maior valor (18,10 mg/l), enquanto as fonte 1, 2, 5 e 6 ficaram entre 5 e 6 mg/l, o que classifica-as como águas classe 3 (BRASIL, 2005).

Os valores de fósforo estão dentro do permitido para ambientes lóticos, que é de 0,10 mg/l, de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005). Os valores determinados para fósforo neste estudo ficaram abaixo de 0,06 mg/l, que é o limite de detecção da técnica utilizada (BRASIL, 2005).

A temperatura não possui um valor estipulado na norma, devido ao fato dela variar conforme a posição geográfica, altitude e as estações do ano. Percebemos que a temperatura mais elevada foi de 23,3 °C e a mais baixa foi de 14,6 °C. Embora as medições tenham sido realizadas no verão, em dias com temperatura do ar próximas 32 °C.

Os sólidos totais dissolvidos também ficaram abaixo dos valores máximos previstos em lei. Na tabela de padrão organoléptico de potabilidade do anexo 11 da Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, o valor máximo de sólidos totais dissolvidos é de 500 mg/l, valor muito superior que o encontrado nas fontes analisadas. O maior valor encontrado foi na fonte 6, onde há uma concentração de 83,85 mg/l de sólidos totais dissolvidos (BRASIL, 2021).

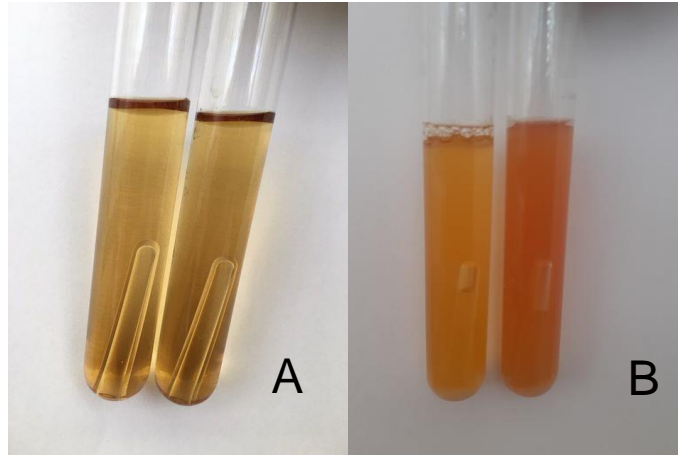
Os índices de oxigênio dissolvidos nas fontes foram baixos, na fonte 5 foi encontrado apenas 1,9 mg/l, o maior nível foi na fonte 6 onde havia 5,0 mg/l. Os valores encontrados estão abaixo do recomendado, mas isto pode ser devido a fatores como: altas temperaturas, baixo índice pluviométrico, baixa pressão atmosférica e a baixa movimentação das águas (BRASIL, 2005).

Desta maneira, a água das seis fontes naturais analisadas pode ser considerada de boa qualidade. Apenas os valores dos parâmetros OD e de nitrogênio amoniacal ficaram em divergência do estipulado nas normas.

#### 4.2 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A norma que regulamenta a quantidade de coliformes em sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água é a Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021. De acordo com o anexo 1 desta portaria, para estar dentro do padrão bacteriológico da água para consumo humano, os Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes/ *Escherichia coli* devem ser ausentes em 100 ml (BRASIL, 2021).

Figura 13 – Teste microbiológico realizado em fontes naturais de água analisadas na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS. A imagem apresenta o teste presuntivo negativo (A), teste presuntivo positivo (B).



Fonte: Autora, 2022.

Nas análises microbiológicas constatou-se a ausência de coliformes termotolerantes apenas na fonte 1. As demais fontes analisadas apresentaram resultados positivos para coliformes termotolerantes. Pode-se observar que a fonte 5 apresentou os maiores níveis de Coliformes Totais, devido a fonte possuir uma abertura possibilitando a entrada de animais, no momento da coleta observou-se à presença de um indivíduo de *Rhinella icterica* (Anura: Leptodactylidae) no interior da fonte. Nos demais constatou-se a presença de coliformes totais, mas em níveis menores. Os resultados dos testes microbiológicos estão expostos na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos testes Microbiológicos realizados nas seis fontes naturais de água da APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.

Fonte	NMP/100 ml Coliformes Totais	NMP/100 ml Coliformes Termotolerantes
1	17	<1,8
2	280	110
3	130	27
4	47	47
5	1600	41
6	150	350

Fonte: Autora, 2022.

Quando a água é destinada para o consumo humano, recomenda-se que seja realizado pelo menos o tratamento mínimo de desinfecção, mesmo que não haja a presença de coliformes. Para que em caso a tubulação rompa, ou ocorra qualquer problema no sistema não ocorra a contaminação da água (BRASIL, 2005).

#### 4.3 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O conjunto de resultados obtidos para os parâmetros foram comparados com os valores referência de IQA para o Rio Grande do Sul, disponível no site da ANA. Quando o calculado considerou o método do somatório, todas as fontes foram enquadradas como “BOA”, variam do entre 71,48 à 82,60. Porém ao utilizar o método do produtório encontrou-se a classificação “BOA” apenas para as fontes 1 e 3, as demais foram classificadas como “RAZOÁVEL”. O método do produtório por ponderar a influência de todos os resultados acaba sendo mais exigente o que refere-se ao resultado de classificação menor. Conforme a tabela 4, vale destacar a fonte 1 que apresentou o melhor índice de qualidade da água, seguida pela fonte 3.

Tabela 4 – Índice de Qualidade da água das fontes

	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6
IQA Produtório	78,74	64,49	74,23	64,57	61,52	69,74
Classificação	Boa	Razoável	Boa	Razoável	Razoável	Razoável
IQA Somatório	82,60	71,48	78,98	71,67	72,22	74,30
Classificação	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa	Boa

Fonte: Autora, 2022.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a Portaria de Consolidação N° 5 - Anexo XX alterada pela Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021, que regulamenta a qualidade da água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa de abastecimento de água, coletiva e individual, a água das fontes não é segura para o consumo humano sem o prévio tratamento (BRASIL, 2021).

As análises realizadas foram comparadas com os padrões de potabilidade, assim como comparado com os valores referência de IQA para o Rio Grande do Sul. Deste modo, todas as fontes analisadas segundo o método do somatório resultaram na classificação do IQA em “BOA”. Entretanto quando utilizado o método do produtório apenas as fontes 1 e 3 mantiveram a classificação em “BOA”. As demais fontes (2, 4, 5 e 6) atingiram pontuação de 64,49; 64,57; 61,52 e 69,74 respectivamente, classificando-as apenas como “RAZOÁVEL”. Esta diferença ocorre devido ao método do produtório ponderar todos os resultados. E como parâmetros como OD, Nitrogênio amoniacal e coliformes encontram-se em divergência com as normas, resultou em uma pontuação menor.

Quando classificadas pela Resolução CONAMA 357/05, os parâmetros que apresentam desconformidades também afetam a classificação, sem estes todas as fontes seriam classificadas na classe 1, mas devido ao resultados destes parâmetros, a melhor classificação fica com a fonte 6, classificada na classe 2, enquanto as demais são classificadas como classe 3. As águas classificadas como classe 2 podem ser destinadas ao abastecimento, após passar por tratamento convencional, já as de classe 3 devem passar por tratamento convencional ou avançado (BRASIL, 357).

Os resultados quanto a qualidade da água expresso neste projeto, foram obtidos a partir das análises de Turbidez, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio amoniacal, Fósforo (ortofosfato), Potencial Hidrogeniônico (pH), Temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), Sólidos, Coliformes Totais e Escherichia Coli. Para ser possível determinar a qualidade da água com maior confiança é necessário ampliar o conjunto de análises, para que sejam analisados outros parâmetros e espécies com impactos diretos na qualidade das fontes.

Dessa maneira, embora o IQA somatório tenha resultado em uma classificação de água boa, o IQA produtório e vários parâmetros estão apontando para uma

razoável contaminação da água das fontes analisadas. Isso é preocupante pois as famílias que consomem essa água não utilizam o tratamento da água e estão sujeitas a doenças causadas por veiculação hídrica. E assim como já mencionado, as fontes analisadas não devem ser classificadas como potáveis, ou seja, não podem ser consumidas sem realizar o devido tratamento.

Uma discussão a ser levantada é o fato dessas famílias residirem nas margens dos rios de abastecimento do município e necessitarem realizar a conservação da mata ciliar e da água dos rios. Apesar desse fato, não possuem acesso a água tratada desses rios, que abastece o município de Erechim, RS. Com isso, necessitam utilizar fontes de água naturais, que estão sujeitas a contaminação, como demonstrado no presente estudo.

Além do que foi analisado neste projeto, a água das fontes também podem ter resíduos de defensivos agrícolas, por estarem localizadas em uma área predominantemente agrícola. Deste modo, vale ressaltar a importância de em um futuro projeto realizar análises para verificar a presença de defensivos agrícolas. Mas mais que isso, é urgente que essas famílias recebam assistência e orientações para o tratamento individual da água e cuidados com a fonte natural. Por isso sugere-se ações de educação, prevenção e atuação do poder público para garantir a saúde e o acesso à água potável de boa qualidade para essas e outras famílias residentes na APA dos rios Ligeirinho e Leãozinho, município de Erechim, RS.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA); COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia nacional de coleta de preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA; São Paulo: CETESB, 2011. 327 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Brasil tem cerca de 12% das reservas mundiais de água doce do planeta.** 2010. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/brasil-tem-cerca-de-12-das-reservas-mundiais-de-a.2019-03-15.1088913117>. Acesso em: 03 maio. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Indicadores de Qualidade - ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS (IQA).** 2004. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 30 jun. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Política Nacional de Recursos Hídricos.** 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 15 jul. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Situação da Água no Mundo.** 2020b Disponível em: <https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/agua-no-mundo/agua-no-mundo>. Acesso em: 5 abr. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sobre a ANA.** 2020c. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/institucional/sobre-a-ana>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Agência Reguladora dos Serviços Públicos Municipais de Erechim (AGER). **AGER.** Disponível em: <https://www.agererechim.rs.gov.br/ager/>. Acesso em: 23 jul. 2020.

AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL.** 17th ed., AOAC International, Arlington, 2000.

APHA; AWWA; WEF, **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**, 22 ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). **Legislação.** Disponível em: <https://www.abas.org/legislacao/>. Acesso em: 11 mar. 2022.

BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

BALEN, D. S. **Análise da qualidade da água de poços artesianos utilizados no abastecimento de Aratiba - RS.** 2016. 47 f. Trabalho de conclusão de curso de

graduação (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, Rio Grande do Sul, 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial União. 07 maio 2021, ed.: 85, Seção: 1, p. 127. 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 15 jan. 2022.

BRASIL, Ministério Do Meio Ambiente. **Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003**. Regulamenta as divisões hidrográficas nacional. Publicado no DOU em 17 dez. 2003. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2020.

BRASIL. [Constituição (2020)]. **Emenda à Constituição nº 4, de 2018**. Inclui, na Constituição Federal, o acesso à água potável entre os direitos e garantias fundamentais. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/diarios/ver/100744?sequencia=459>. Acesso em: 17 jul. 2020.

BRASIL. [Constituição (2020)]. **Emenda à Constituição nº 6, de 2021**. Inclui, na Constituição Federal, o acesso à água potável entre os direitos e garantias fundamentais. 2021b. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2060463](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2060463). Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9,433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 15. Mar. 2021.

BRASIL. **Lei N° 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. 2000a. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9984compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984compilado.htm). Acesso em: 24 jun. 2020.

BRASIL. **Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000b. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 08 ago. 2020

BRASIL. **Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 08 ago. 2020

BRASIL. **Lei no 14.026, de 15 de julho de 2020.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm). Acesso em: 04 ago. 2020.

BRASIL. **Lei no 5.318, de 26 de setembro de 1967.** Institui a Política Nacional de Saneamento e cria o Conselho Nacional de Saneamento. Diário Oficial da união, 27 set. 1967. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-5318-26-setembro-1967-359153-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 10 ago. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Publicado no D.O.U. CONAMA. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 jun. 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Publicado no D.O.U. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 19 jun. 2020.

CAPELLARI, A.; CAPELLARI, M. B. **A água como bem jurídico, econômico e social.** 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/cidades/657>. Acesso em: 5 jul. 2020.

CETESB. **Histórico da legislação hídrica no Brasil.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>. Acesso em: 25 jul. 2020.

COELHO, V. M. T. **Perímetro de proteção para fontes naturais de água mineral.** Dissertação de mestrado (Programa de pós-graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia). UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2000. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-14102015-154211/publico/Coelho\\_Mestrado.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44133/tde-14102015-154211/publico/Coelho_Mestrado.pdf). Acesso em: 10 ago. 2020.

COELHO, V. M. T.; DUARTE, U. Perímetros De Proteção Para Fontes Naturais. **Águas Subterrâneas**, v. 17, n. 1, 2003. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/1314>. Acesso em: 10 ago. 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Apêndice D: Índices de Qualidade das Águas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Norma técnica L5.202**. Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli - Determinação pela técnica de tubos múltiplos. 5 ed. São Paulo, 2018, 29 p. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM\\_-NTC-L5.202\\_5%C2%AAed-\\_dez.-2018.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/01/Para-enviar-ao-PCSM_-NTC-L5.202_5%C2%AAed-_dez.-2018.pdf). Acesso em: 30 Jan. 2022.

CONAMA. **Conselho Nacional do Meio Ambiente: CONAMA**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 13 jun. 2020.

COSTA, O. L. da et al. **Análise da qualidade da água de quatro fontes naturais do Vale do Taquari / RS**. v. 2, n. 2000, p. 27–34, 2006. Disponível em: <http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/123>. Acesso em: 15 nov. 2020.

CPRM: Serviço Geológico do Brasil. **Manual Medição in loco: Temperatura, pH, Condutividade Elétrica e Oxigênio Dissolvido**. 2007. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/geologia\\_medica/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf). Acesso em: 13 jan. 2022

ENTAAL Engenharia, Tratamento de Água e Análises Ltda. **Plano municipal de saneamento básico Erechim - RS**. 2 ed. 2015. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/download/50269>. Acesso em: 11 maio 2020.

ERECHIM, Prefeitura Municipal de. Lei 3017/97 | Lei nº 3017 de 23 de dezembro de 1997. **Jusbrasil - Legislação**, 1997. Disponível em: <https://camara-municipal-de-erechim.jusbrasil.com.br/legislacao/367351/lei-3017-97>. Acesso em: 14 maio 2020.

ERECHIM, Prefeitura Municipal de. Lei Orgânica. Erechim, 04 de abril de 1990. Disponível em: <https://www.erechim.rs.leg.br/documentos/legislacao/lei-organica-pdf/view>. Acesso em: 14 maio 2020.

ERECHIM, Prefeitura Municipal de. **Localização**. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/155/localizacao>. Acesso em: 14 maio 2020.

ERECHIM, Prefeitura Municipal de; Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Rios Ligeirinho e Leãozinho**. 2011. Disponível em: <https://uploads.preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/preferechim2.astru>

sweb.dataware.com.br/uploads/files/Plano\_Manejo\_APA\_Rios\_Ligeirinho\_Leaozinho\_\_Dez\_2011.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.

FORGIARINI, F. R.; PACHALY, R. L.; FAVARETTO, J. **Análises espaciais de doenças diarreicas e sua relação com o monitoramento ambiental**. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n5/1809-4457-esa-23-05-963.pdf>. Acesso em: 11 maio. 2020.

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 4 ed. 2013. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf). Acesso em: 14 jun. 2020

GOMES, O. V. DE O. et al. **Influência antrópica nas águas superficiais da cidade de Três Rios, (RJ)**. v. 27, n. August 2010, p. 77–86, 2013. Disponível em: <https://geobrasiliensis.emnuvens.com.br/geobrasiliensis/article/download/344/pdf/1522>. Acesso em: 13 maio. 2021

GUIA GEOGRÁFICO - BRASIL. **Guia Geográfico Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://www.brasil-turismo.com/rio-grande-sul/hidrografia.htm>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Erechim**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/erechim/panorama>. Acesso em: 12 maio. 2020.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 4. ed. São Paulo: Átomo, 2016.

OMS - OPAS BRASIL. **OMS: 2,1 bilhões de pessoas não têm água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro**. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839). Acesso em: 13 jun. 2020. (REVER)

ONU. **ONU: 1 em cada 3 pessoas no mundo não tem acesso a água potável**. 2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-1-em-cada-3-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-agua-potavel/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

SABESP. **Sólidos - Método de Ensaio**. São Paulo, 1999. Disponível em: <https://www3.sabesp.com.br/normastecnicas/nts/nts013.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

SEMA. **Comitês da Região Hidrográfica do Uruguai**. Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/comites-da-regiao-hidrografica-do-uruguai>. Acesso em: 14 maio 2020.

SOUZA, K. I. S. DE et al. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas técnicas atuais. **Águas Subterrâneas**, v.

33, p. 76–86, 2019. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29254/19080>. Acesso em: 15 maio 2020.

SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2005. v. 1.

**APÊNDICE A – Resultados obtidos através da Sonda multiparâmetro portátil YSI Professional Plus**

Análises	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6
Temperatura (°C)	17,7	23,3	19,4	18,8	20,9	14,6
Pressão Atmosférica (mmHg)	699,2	702,2	699,9	702,7	702,9	703,3
Oxigênio Dissolvido (%)	50	34	44	34	23	53
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	4,4	2,7	3,7	2,9	1,9	5,0
Condutividade específica (SPC) (mS/-cm)	0,076	0,057	0,094	0,069	0,055	0,129
Condutividade elétrica (mS/-cm)	65,1	55	83,6	60,5	50,8	103,4
Resistividade ( $\Omega$ -cm)	15359,67	18205,12	11981,07	16533,2	19696,95	9666,84
Sólidos totais dissolvidos (TDS) (mg/l)	49,40	37,05	61,10	44,85	35,75	83,85
Salinidade (ppt)	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,06

**APÊNDICE B – Determinação de Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes/ Escherichia coli pelo método de ensaio em tubos múltiplos**

Local	Diluição	Teste presuntivo		Teste confirmativo		Coliformes Termotolerantes
		24 h	48 h	24 h	48 h	24 h
Ponto 1	1.1	2	4	4	4	0
	1.10	0	0	0	0	0
	1.100	0	1	1	1	0
Ponto 2	1.1	3	5	2	5	5
	1.10	1	4	3	4	3
	1.100	1	3	1	3	1
Ponto 3	1.1	1	5	1	5	4
	1.10	1	4	1	4	3
	1.100	0	0	0	0	0
Ponto 4	1.1	4	5	4	4	4
	1.10	1	4	4	4	4
	1.100	2	5	2	2	2
Ponto 5	1.1	5	5	5	5	4
	1.10	0	5	5	5	5
	1.100	0	4	4	4	0
Ponto 6	1.1	3	5	4	5	5
	1.10	0	2	2	2	4
	1.100	2	5	1	4	4



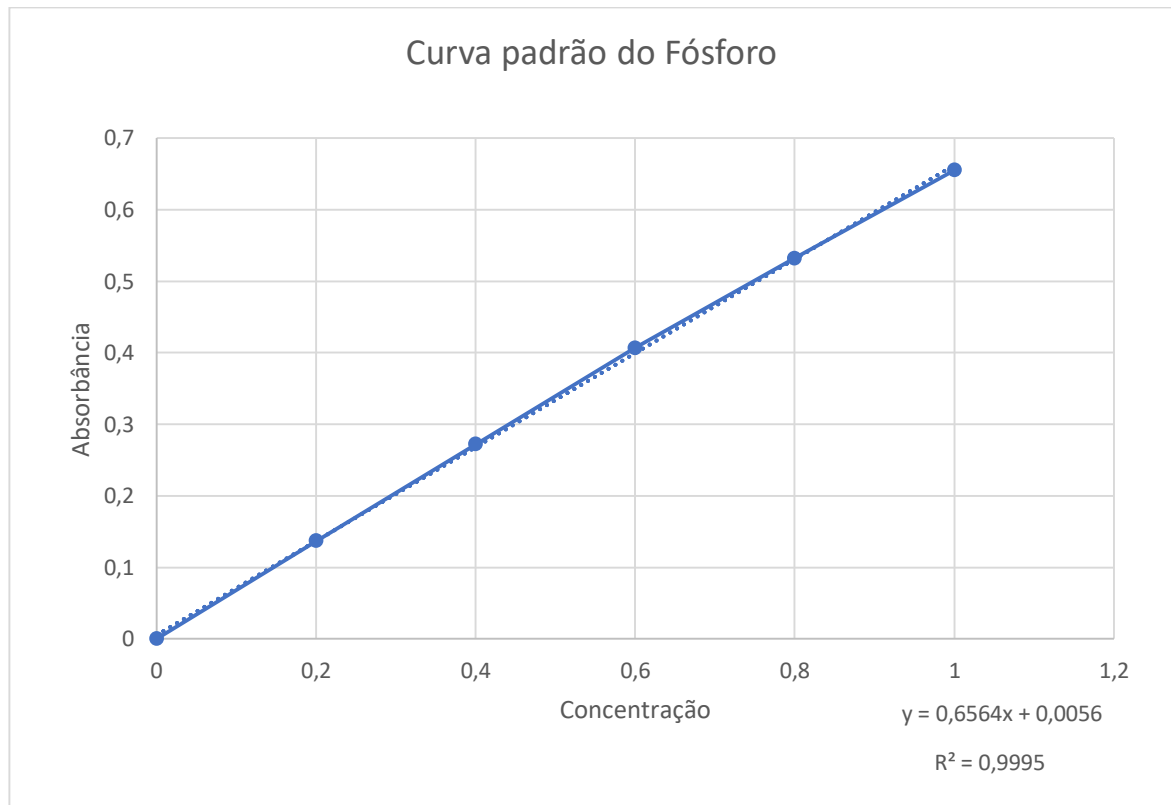
**APÊNDICE C – Resultados dos Coliformes Totais e Coliformes  
Termotolerantes/ Escherichia coli**

Coliformes Totais CETESB						
Local	Número de tubos com reação positiva quando utilizados, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL	Limite de confiança de 95%	
	10 ml	1 ml	0,1 ml		Inferior	Superior
	Fonte 1	4	0		1	17
Fonte 2	5	4	3	280	120	690
Fonte 3	5	4	0	130	50	400
Fonte 4	4	4	2	47	15	120
Fonte 5	5	5	4	1600	400	4600
Fonte 6	5	2	4	150	58	400

Coliformes Termotolerantes CETESB						
Local	Número de tubos com reação positiva quando utilizados, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL	Limite de confiança de 95%	
	10 ml	1 ml	0,1 ml		Inferior	Superior
	Fonte 1	0	0		0	<1,8
Fonte 2	5	3	1	110	34	250
Fonte 3	4	3	0	27	9,9	70
Fonte 4	4	4	2	47	15	120
Fonte 5	4	5	0	41	14	100
Fonte 6	5	4	4	350	100	710

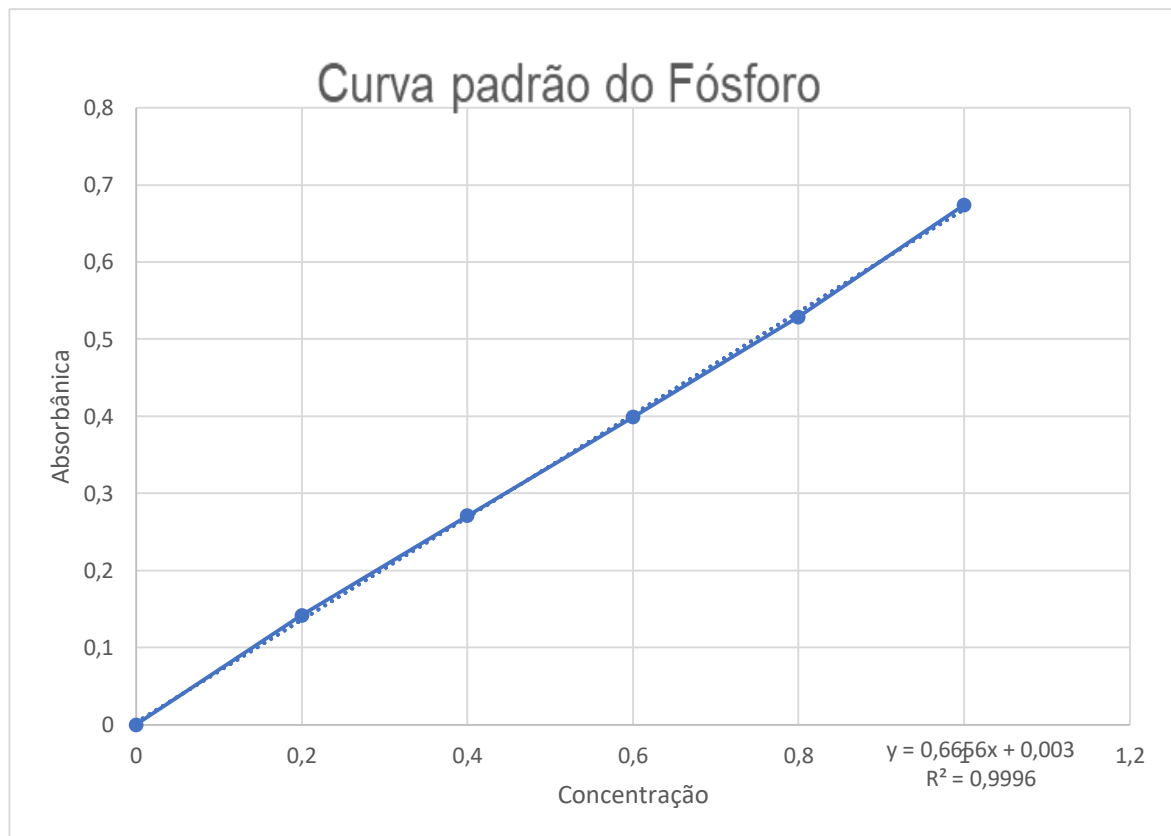
**APÊNDICE D – Curva padrão fósforo para as fontes 1,4 e 5**

Concentração	Absorbância
0	0
0,2	0,137
0,4	0,272
0,6	0,407
0,8	0,532
1	0,655



**APÊNDICE E – Curva padrão fósforo para as fontes 2,3 e 6**

Concentração	Absorbância
0	0
0,2	0,142
0,4	0,271
0,6	0,399
0,8	0,529
1	0,674



## APÊNDICE F – Cálculo do IQA com pontuação para todos os ponto

Ponto 1			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	<1,8	98,00	0,15
pH	7,49	91,00	0,12
DBO	0,25	100,00	0,10
Turbidez	0,73	97,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	6,61	62,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,02	99,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	49,40	89,00	0,08
OD	50	40,00	0,17
IQA pelo produtório	-	78,74	1
IQA pelo somatório	-	82,60	1

Ponto 2			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	110	39,00	0,15
pH	7,45	91,00	0,12
DBO	1,63	95,00	0,10
Turbidez	0,61	97,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	5,55	65,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,01	99,50	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	37,05	88,00	0,08
OD	34	28,00	0,17
IQA pelo produtório	-	64,49	1
IQA pelo somatório	-	71,48	1

Ponto 3			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	27	62,00	0,15
pH	7,45	91,00	0,12
DBO	1,13	97,00	0,10
Turbidez	0,51	98,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	2,51	92,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,00	100,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	61,1	88,00	0,08
OD	44	34,00	0,17
IQA pelo produtório	-	74,23	1
IQA pelo somatório	-	78,98	1

Ponto 4			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	47	55,00	0,15
pH	7,48	91,00	0,12
DBO	0,75	99,00	0,10
Turbidez	0,17	100,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	18,10	37,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,02	99,00	0,10
Temperatura	0,00	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	44,85	88,00	0,08
OD	34	28,00	0,17
IQA pelo produtório	-	64,57	1
IQA pelo somatório	-	71,67	1

Ponto 5			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	41	57,00	0,15
pH	7,48	91,00	0,12
DBO	0,63	99,00	0,10
Turbidez	0,48	98,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	5,02	64,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,02	99,00	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	35,75	87,00	0,08
OD	23	15,00	0,17
IQA pelo produtório	-	61,52	1
IQA pelo somatório	-	72,22	1

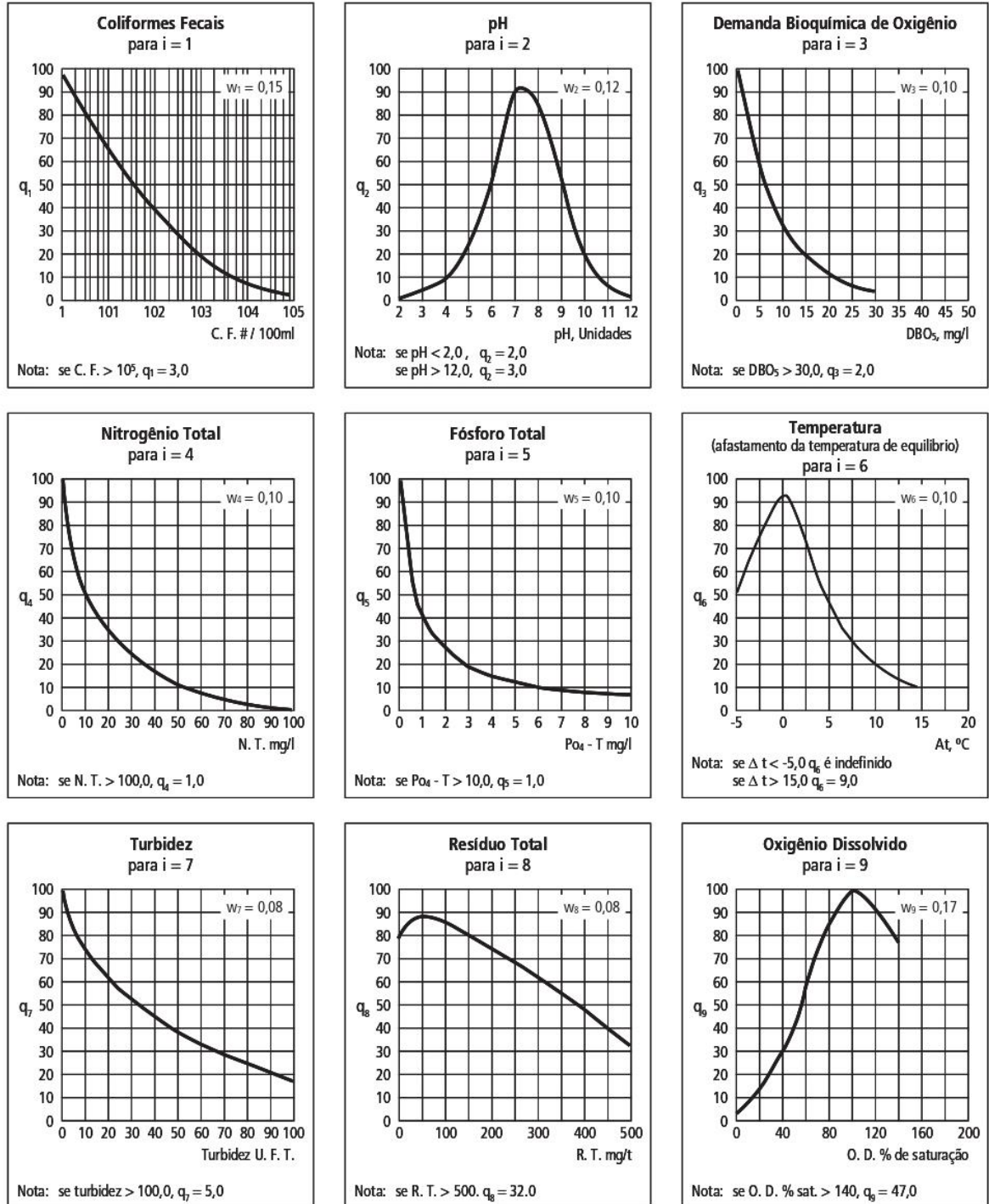
Ponto 6			
Nome do parâmetro	Resultado da Amostra	qi	w
Coliformes Termotolerantes	350	36,00	0,15
pH	7,42	91,00	0,12
DBO	1,63	95,00	0,10
Turbidez	0,48	98,00	0,08
Nitrogênio Amoniacal	6,34	62,00	0,10
Fósforo (Ortofosfato)	0,01	99,50	0,10
Temperatura	0	92,00	0,10
Sólidos totais dissolvidos	83,85	87,00	0,08
OD	53	49,00	0,17
IQA pelo produtório	-	69,74	1
IQA pelo somatório	-	74,30	1

### APÊNDICE G – Comparação do IQA em todos os ponto

Parâmetro	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 3	Fonte 4	Fonte 5	Fonte 6
Coliformes Termotolerantes	<1,8	110	27	47	41	350
pH	7,49	7,45	7,45	7,48	7,48	7,42
DBO	0,25	1,63	1,13	0,75	0,63	1,63
Turbidez	0,73	0,61	0,51	0,17	0,48	0,48
Nitrogênio Amoniacal	6,61	5,55	2,51	18,10	5,02	6,34
Fósforo (Ortofosfato)	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01
Temperatura	17,70	23,30	19,40	18,80	20,90	14,60
Sólidos totais dissolvidos	49,40	37,05	61,10	44,85	35,75	83,85
OD	50	34	44	34	23	53
Oxigenio Dissolvido (mg/l)	4,4	2,7	3,7	2,9	1,9	5,0
IQA pelo produtório	78,74	64,49	74,23	64,57	61,52	69,74
IQA pelo somatório	82,60	71,48	78,98	71,67	72,22	74,30

## ANEXO A – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas

Figura 1 – Curvas Médias de Variação de Qualidade das Águas





**ANEXO B – Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1mL e 0,1mL em séries de 5 tubos**

CETESB / L5.202 (janeiro/2018)

**Tabela 3 - Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1mL e 0,1mL em séries de 5 tubos**

(continua)

Número de tubos com reação positiva quando utilizados, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL	Limite de confiança de 95%	
10 mL	1 mL	0,1 mL		Inferior	Superior
0	0	0	<1,8	-	6,8
0	0	1	1,8	0,090	6,8
0	1	0	1,8	0,090	6,9
0	1	1	3,6	0,70	10
0	2	0	3,7	0,70	10
0	2	1	5,5	1,8	15
0	3	0	5,6	1,8	15
1	0	0	2	0,10	10
1	0	1	4	0,70	10
1	0	2	6	1,8	15
1	1	0	4	0,71	12
1	1	1	6,1	1,8	15
1	1	2	8,1	3,4	22
1	2	0	6,1	1,8	15
1	2	1	8,2	3,4	22
1	3	0	8,3	3,4	22
1	3	1	10	3,5	22
1	4	0	11	3,5	22
2	0	0	4,5	0,79	15
2	0	1	6,8	1,8	15
2	0	2	9,1	3,4	22
2	1	0	6,8	1,8	17
2	1	1	9,2	3,4	22
2	1	2	12	4,1	26
2	2	0	9,3	3,4	22
2	2	1	12	4,1	26
2	2	2	14	5,9	36
2	3	0	12	4,1	26
2	3	1	14	5,9	36
2	4	0	15	5,9	36
3	0	0	7,8	2,1	22
3	0	1	11	3,5	23
3	0	2	13	5,6	35

CETESB / L5.202 (janeiro/2018)

**Tabela 3 - Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1mL e 0,1mL em séries de 5 tubos**

(continuação)

Número de tubos com reação positiva quando utilizados, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL	Limite de confiança de 95%	
10 mL	1 mL	0,1 mL		Inferior	Superior
3	1	0	11	3,5	26
3	1	1	14	5,6	36
3	1	2	17	6,0	36
3	2	0	14	5,7	36
3	2	1	17	6,8	40
3	2	2	20	6,8	40
3	3	0	17	6,8	40
3	3	1	21	6,8	40
3	3	2	24	9,8	70
3	4	0	21	6,8	40
3	4	1	24	9,8	70
3	5	0	25	9,8	70
4	0	0	13	4,1	35
4	0	1	17	5,9	36
4	0	2	21	6,8	40
4	0	3	25	9,8	70
4	1	0	17	6,0	40
4	1	1	21	6,8	42
4	1	2	26	9,8	70
4	1	3	31	10	70
4	2	0	22	6,8	50
4	2	1	26	9,8	70
4	2	2	32	10	70
4	2	3	38	14	100
4	3	0	27	9,9	70
4	3	1	33	10	70
4	3	2	39	14	100
4	4	0	34	14	100
4	4	1	40	14	100
4	4	2	47	15	120
4	5	0	41	14	100
4	5	1	48	15	120

CETESB / L5.202 (janeiro/2018)

**Tabela 3 - Índice de NMP e limites de confiança de 95%, quando são utilizados inóculos de 10 mL, 1mL e 0,1mL em séries de 5 tubos**

Número de tubos com reação positiva quando utilizados, em séries de 5 tubos, inóculos de:			Índice de NMP/100 mL	(conclusão) Limite de confiança de 95%	
				Inferior	Superior
10 mL	1 mL	0,1 mL			
5	0	0	23	6,8	70
5	0	1	31	10	70
5	0	2	43	14	100
5	0	3	58	22	150
5	1	0	33	10	100
5	1	1	46	14	120
5	1	2	63	22	150
5	1	3	84	34	220
5	2	0	49	15	150
5	2	1	70	22	170
5	2	2	94	34	230
5	2	3	120	36	250
5	2	4	150	58	400
5	3	0	79	22	220
5	3	1	110	34	250
5	3	2	140	52	400
5	3	3	170	70	400
5	3	4	210	70	400
5	4	0	130	36	400
5	4	1	170	58	400
5	4	2	220	70	440
5	4	3	280	100	710
5	4	4	350	100	710
5	4	5	430	150	1100
5	5	0	240	70	710
5	5	1	350	100	1100
5	5	2	540	150	1700
5	5	3	920	220	2600
5	5	4	1600	400	4600
5	5	5	>1600	700	-

Fonte: APHA, AWWA e WEF (c2017, p. 6).

## **ANEXO C – Declaração Universal dos Direitos da Água**

Em 22 de março de 1992 a ONU (Organização das Nações Unidas) instituiu o "Dia Mundial da Água", publicando um documento intitulado "Declaração Universal dos Direitos da Água". Conheça agora o que diz a Declaração universal dos direitos da água.

1º. A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos.

2º. A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela o ar, o clima, as plantas, a cultura ou a agricultura, não existiriam. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano, que é o direito à vida.

3º. Só podemos consumir água na forma potável: tratada e limpa. E nessa forma a água é um recurso muito limitado. Utilize a água com responsabilidade. Não desperdice água.

4º. O equilíbrio e o futuro do nosso planeta dependem da preservação da água, que deve circular normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos da água começam. Não polua rios e mares.

5º. A água não é somente uma herança dos nossos pais; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos filhos. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.

6º. A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e cara e que pode muito bem deixar de existir em qualquer região do mundo.

7º. A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de perda da qualidade das reservas atualmente disponíveis.

8º. A utilização da água implica no respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Governo.

9º. para que todos tenham acesso à água é necessário um equilíbrio entre a sua proteção e as necessidades de para alimentação, hidratação, higiene e lazer.

10º. A água não está distribuída igualmente na Terra. É preciso cuidado e planejamento para levar água a quem não tem.