

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

Ingrid Daniela Pacheco Batista

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO
EM POÇOS SUBTERRÂNEOS DE PROPRIEDADES RURAIS DO
MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO INHACORÁ - RS**

Frederico Westphalen, RS
2022.

Ingrid Daniela Pacheco Batista

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS
SUBTERRÂNEOS DE PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ
DO INHACORÁ - RS**

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

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Patrícia Rodrigues Fortes

Frederico Westphalen, RS, Brasil
2022

Ingrid Daniela Pacheco Batista

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS
SUBTERRÂNEOS DE PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ
DO INHACORÁ - RS**

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

Aprovado em 08 de agosto de 2022:

Patrícia Rodrigues Fortes, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Willian Fernando de Borba, Dr. (UFSM)

Silvana Isabel Schneider, Me. (UFSM)

Frederico Westphalen, RS
2022

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe, Clarice de Fátima Pacheco Borges, meu maior exemplo de vida, de coragem e de perseverança. Mãe, obrigada por sempre acreditar em mim e me apoiar em todas as minhas escolhas e caminhos, obrigada por ter me ensinado a ser forte. Gostaria de dedicar esse trabalho, também, a todos aqueles que de alguma forma colaboraram com a minha trajetória, professores, colegas e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao universo pela oportunidade de estar concluindo mais uma etapa da minha trajetória acadêmica, e também de vida.

Agradeço à minha mãe, Clarice de Fátima Pacheco Borges, por sempre me apoiar em todas as minhas escolhas, e por sempre ter me motivado a estudar apesar das dificuldades. Os tantos livros que compraste pra mim durante a vida tiveram resultados, e esse trabalho é um deles.

Agradeço à minha professora Dra. Jaqueline Ineu Golombieski, que além de professora se tornou uma segunda mãe durante a graduação. Sou imensamente grata pelas oportunidades, pelas conversas e acolhimento que sempre teve comigo. Jamais esquecerei da sua primeira aula, onde em meio ao caos, trouxe acolhimento e conforto por meio de suas palavras sábias e gentis.

A minha orientadora, Dra. Patrícia Rodrigues Fortes, por todo suporte e auxílio durante a execução desse trabalho. Sou muitíssimo grata por ter me recebido como sua orientanda. Sua sabedoria, palavras e gentileza foram essenciais para que eu continuasse a escrita desse trabalho.

Ao “Grupo di Jaque” por todo acolhimento e ajuda fornecida durante a graduação e também na elaboração deste trabalho. Agradeço imensamente a contribuição de cada um.

Ao meu grupo de estudos, as “Gracinhas”, por toda ajuda, amizade e companheirismo durante esses anos de graduação. Obrigada por fazerem parte da minha vida e tornarem os meus dias mais felizes durante todos esses anos. Que nossa amizade perpetue para além da graduação.

A minha amiga e colega de apartamento Milena Braitenbach Moura, agradeço pela relação e amizade que sempre tivemos uma com a outra. Você sempre será minha irmã de coração. Obrigada pelos anos incríveis que compartilhamos e por toda ajuda fornecida na elaboração desse trabalho.

Agradeço a mestre e Engenheira Ambiental e Sanitarista, Silvana Isabel Schneider, por toda ajuda prestada durante a elaboração desse trabalho. Principalmente por fazê-lo se concretizar.

Agradeço a todos os meus professores de graduação que de alguma forma ou outra colaboraram com a elaboração desse trabalho. Em especial ao professor Dr. Willian Fernando de Borba, que me auxiliou em diversas etapas da elaboração desse trabalho.

Por fim, agradeço a Deus pela dádiva da vida e por ser meu guia em todos os momentos.

EPÍGRAFE

“Seja humilde, se queres adquirir a sabedoria. Porém, seja ainda mais humilde quando a tiver adquirido.”

HELENA P. BLAVATSKY

RESUMO

AValiação DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO EM POÇOS SUBTERRÂNEOS DE PROPRIEDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO INHACORÁ-RS.

AUTORA: Ingrid Daniela Pacheco Batista

ORIENTADORA: Patrícia Rodrigues Fortes

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a potabilidade da água, para consumo humano, extraída de poços subterrâneos localizados no município de São José do Inhacorá - RS, em um período de quatro meses (maio a agosto/2021). Foram realizadas análises químicas, físicas e biológicas em amostras de água coletadas em três propriedades rurais do município. Os resultados foram comparados com os parâmetros estabelecidos pelas legislações vigentes. De acordo com os valores obtidos, as variáveis turbidez, nitrito, fluoreto, dureza total e cor aparente encontram-se em conformidade com a legislação brasileira e mundial. As variáveis alcalinidade total e condutividade elétrica, que também foram monitoradas, não apresentam valores máximos permitidos nas legislações vigentes. Em relação a variável ferro total, a mesma encontra-se em desconformidade com as legislações vigentes. Em termos da variável pH apenas a água do poço de uma das três propriedades encontra-se em desconformidade com a legislação brasileira. As análises mostraram que as variáveis biológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*) detectadas nas amostras de água dos poços de duas das propriedades do estudo estão em desconformidade com as legislações, podendo este resultado estar associado com a alta precipitação pluviométrica ocorrida no período amostral. A análise macroscópica foi realizada no entorno dos poços das três propriedades rurais e classificada de acordo com o grau de preservação dos mesmos, sendo que dois resultados foram ruins e um razoável. Com base no monitoramento realizado durante o período amostral, percebe-se o quanto as atividades antrópicas, eventos climáticos e a falta de proteção no entorno dos poços subterrâneos influenciam na potabilidade da água, uma vez que todas as propriedades se apresentaram carentes de tratamento e desprovidas de proteções ideais nas proximidades dos poços. Portanto, como resultado do estudo realizado, sugere-se que seja efetuada a desinfecção das águas dos poços subterrâneos analisados, por meio do uso de cloração, bem como propõe-se que seja aumentada a proteção no entorno dos poços investigados, para que assim se consiga obter melhores índices de qualidade da água, sem oferecer riscos à saúde humana.

Palavras-Chave: Água subterrânea. Monitoramento de poços. Propriedades rurais. Qualidade da água.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN UNDERGROUND WELLS OF RURAL PROPERTIES IN THE MUNICIPALITY OF SÃO JOSÉ DO INHACORÁ-RS

AUTHOR: Ingrid Daniela Pacheco Batista

ADVISOR: Patricia Rodrigues Fortes

The present study aimed to evaluate the potability of water, for human consumption, extracted from underground wells located in the municipality of São José do Inhacorá - RS, in a period of four months (May to August/2021). Chemical, physical and biological analyzes were carried out on water samples collected from three rural properties in the municipality. The results obtained were compared with the parameters established in Ordinance GM/MS n°. 888, of 2021, and by the World Health Organization, of 2017. According to the results obtained, the variables turbidity, nitrite, fluoride, total hardness and apparent color are in accordance with Brazilian and global legislation. The variables total alkalinity and electrical conductivity, which were also monitored, do not present maximum values allowed in current legislation. Regarding the variable total iron, it is not in compliance with current legislation. In terms of the pH variable, only the water from the well of one of the three properties does not comply with Brazilian legislation. The analyzes showed that the biological variables (total coliforms and *Escherichia coli*) detected in the water samples from the wells of two of the properties of the study are in disagreement with the legislation, and this result may be associated with the high rainfall that occurred in the sampling period. The macroscopic analysis was carried out around the wells of the three rural properties and classified according to their degree of preservation, with two results being poor and one reasonable. Based on the monitoring carried out during the sampling period, it is clear how much human activities, climatic events and the lack of protection around the underground wells influence the potability of water, since all properties were lacking in treatment and devoid of ideal protections in the vicinity of the wells. Therefore, as a result of the study carried out, it is suggested that the disinfection of the waters of the analyzed underground wells be carried out, through the use of chlorination, as well as it is proposed that the protection in the surroundings of the investigated wells be increased, so that the achieve better water quality indices, without posing risks to human health.

Keywords: Groundwater. Monitoring. Rural Properties. Water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Importância de comparar a profundidade dos aquíferos à contaminação.....	19
Figura 2 - Mapa de localização e pontos de coleta no município de São José do Inhacorá - RS.	28
Figura 3 - Localização geográfica dos Rios Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo.	30
Figura 4 - Localização das propriedades.	31
Figura 5 – Vista aérea da Propriedade 1.....	31
Figura 6 - Poço de captação da água (Ponto 1).	32
Figura 7 – Vista aérea da Propriedade 2.....	32
Figura 8 - Poço de captação de água (Ponto 2).	33
Figura 9 – Vista aérea da Propriedade 3.....	33
Figura 10 - Poço de captação de água (Ponto 3).	34
Figura 11 - Precipitação pluviométrica mensal de São José do Inhacorá/RS durante o período amostral, no ano de 2021.....	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação em grau de dureza da água	23
Quadro 2 - Métodos para análise das variáveis químicas, físicas e biológicas da água.....	35
Quadro 3 – Quantificação utilizada para a Análise das Variáveis Macroscópicas	36
Quadro 4 - Classificação quanto ao grau de preservação dos poços de coleta.....	37
Quadro 5 – Pontuação quanto à análise macroscópica realizada em cada propriedade durante.. a campanha amostral.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta.	30
Tabela 2 - Valores médios obtidos para pH e precipitação acumulada no período de estudo.	39
Tabela 3 - Valores médios obtidos para temperatura no período de estudo.....	40
Tabela 4 – Valores médios obtidos para condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no período de estudo.	41
Tabela 5 - Valores médios obtidos para alcalinidade total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$) no período de estudo.	43
Tabela 6 - Valores médios obtidos para ferro total (mg/L) no período de estudo.....	45
Tabela 7 - Valores médios obtidos para nitrito (mg/L) no período de estudo.....	46
Tabela 8 - Valores médios obtidos para turbidez (uT) durante o período de estudo.....	48
Tabela 9 - Valores médios obtidos para dureza total ($\text{mg}/\text{L CaCO}_3$) durante o período de estudo.	49
Tabela 10 - Quantificação de coliformes totais (NMP/100 mL) e <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL).	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1.	OBJETIVOS.....	15
1.1.1.	Objetivo geral.....	15
1.1.2.	Objetivo específico.....	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1.	CICLO HIDROLÓGICO DA ÁGUA.....	16
2.2.	BACIA HIDROGRÁFICA	16
2.3.	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	17
2.4.	CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	18
2.5.	DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA	19
2.6.	PADRÕES DE POTABILIDADE E LEGISLAÇÕES VIGENTES PARA ÁGUAS DESTINADAS A CONSUMO HUMANO	21
2.7.	VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	21
2.7.1.	Variáveis químicas.....	21
2.7.1.1.	Nitrito.....	21
2.7.1.2.	Fluoreto.....	22
2.7.1.3.	Dureza total.....	23
2.7.1.4.	Ferro total.....	24
2.7.1.5.	Alcalinidade total.....	24
2.7.1.6.	Potencial hidrogeniônico (pH).....	24
2.7.2.	Variáveis físicas.....	25
2.7.2.1.	Turbidez.....	25
2.7.2.2.	Temperatura.....	25
2.7.2.3.	Condutividade elétrica.....	25
2.7.2.4.	Cor aparente.....	25
2.7.3.	Variáveis microbiológicas.....	26
2.7.3.1.	Coliformes totais e Escherichia coli (e.coli).....	26
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.1.1.	Caracterização dos pontos de coleta	30
3.2.	COLETA DAS AMOSTRAS.....	34
3.3.	ANÁLISE MACROSCÓPICA DAS AMOSTRAS.....	36

3.4.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1.	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	38
4.2.	pH	38
4.3.	TEMPERATURA.....	40
4.4.	CONDUTIVIDADE ELÉTRICA.....	41
4.5.	ALCALINIDADE TOTAL	43
4.6.	COR APARENTE.....	44
4.7.	FLUORETO	44
4.8.	FERRO TOTAL	45
4.9.	NITRITO	46
4.10.	TURBIDEZ.....	47
4.11.	DUREZA TOTAL	49
4.12.	COLIFORMES TOTAIS E <i>ESCHERICHIA COLI</i>	50
4.13.	ANÁLISE MACROSCÓPICA.....	52
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS.....	56
	APÊNDICE	63

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade a utilização e a viabilidade de armazenamento da água para abastecimento é uma necessidade primordial para a vida humana. Devido a essa problemática associada ao consumo de água potável, muitas comunidades que viviam de forma nômade começaram a viver em locais fixos, adotando a agricultura como forma de subsistência. Essa nova forma de se viver com comunidade fez com que a demanda pelo uso de água potável passasse a ser mais pontual, para abastecer as populações e não mais apenas poucos indivíduos (HELLER; PÁDUA, 2010).

Com a constante evolução e o desenvolvimento de novas tecnologias para captação, transporte, tratamento e distribuição de água, a humanidade passou a ter mais consciência da importância da qualidade deste recurso natural. E essa tomada de consciência acabou resultando na compreensão de que também se deveria preservar as fontes de abastecimento de água (HELLER; PÁDUA, 2010).

Contudo, o crescimento das cidades tem culminado no aumento da quantidade de esgotos lançados em rios, represas e lagos, fazendo com que a carga poluidora supere a capacidade de autodepuração destes corpos receptores (PHILLIPPI; MARTINS, 2005). Assim, a água não pode mais ser vista como um bem público de quantidade infinita e à disposição do homem (recurso natural autossustentável), mas sim como uma fonte natural limitada. De fato, uma das maiores causas de contaminação e poluição dos corpos d'água tem sido o acentuado crescimento populacional, pois os impactos inerentes à ocupação humana nas áreas urbanas, as atividades agrícolas e industriais acabam aumentando de forma proporcional os problemas ambientais.

Embora os aquíferos apresentem menor vulnerabilidade em relação aos mananciais superficiais, a poluição das águas subterrâneas é maior em relação aos corpos d'água, pois a renovação dos aquíferos de água subterrânea se procede de forma lenta, além de não conseguir se autodepurar (LIBÂNIO, 2010). Logo, a água subterrânea contaminada pode continuar se propagando mesmo após cessar a sua fonte contaminante (LIBÂNIO, 2010).

Nas zonas rurais, em virtude da escassez de distribuição da água de consumo humano através de companhias de abastecimento de água, na ausência dos benefícios desta prestação de serviços são então utilizadas fontes alternativas para captação de água, tais como poços subterrâneos, destinados a atender a população e as respectivas atividades socioeconômicas. Todavia, por desenvolverem predominantemente atividades agropastoris e agrícolas, grandes geradoras de matéria orgânica, as fontes de abastecimento de água disponíveis nestes locais

estão sujeitas a riscos de contaminação por efluentes resultantes destas atividades, podendo ocasionar, além de riscos à saúde humana e animal, a consequente contaminação das águas subterrâneas (SILVA, 2019).

Diante desse contexto, esse estudo visou realizar um período de monitoramento da qualidade da água de consumo humano em propriedades rurais do município de São José do Inhacorá - RS, em localidades carentes de instalações adequadas de abastecimento e sujeitas a atividades que possam vir a ocasionar poluição, por desenvolverem atividades predominantemente agrícolas, podendo vir a interferir na qualidade da água de consumo dos residentes.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar a qualidade da água de consumo humano em poços subterrâneos de três propriedades rurais do município de São José do Inhacorá – RS.

1.1.2. Objetivo específico

- Analisar laboratorialmente a qualidade da água através de parâmetros que representam características químicas, físicas e microbiológicas;
- Comparar os resultados obtidos nas análises laboratoriais com os valores máximos permitidos pelas legislações vigentes nacionais em termos da água de consumo humano;
- Comparar os resultados obtidos nas análises laboratoriais com a legislação mundial através da Organização Mundial da Saúde (OMS);
- Em caso de constatação de contaminação das águas dos poços analisados investigar as possíveis causas; e
- Retornar as propriedades rurais apresentando os resultados obtidos no presente estudo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. CICLO HIDROLÓGICO DA ÁGUA

A água é o solvente universal da biosfera. Por possuir uma alta capacidade de dissolver substâncias, permite que inúmeras reações ocorram na natureza, formando novos compostos e permitindo a evolução da vida na biosfera terrestre, por ser vital no desenvolvimento e manutenção de todas as formas de vida (PHILLIPPI; MARTINS, 2005). Logo, o ciclo da água na biosfera deve ser discutido com as novas gerações, por se tratar de um dos conhecimentos mais antigos da humanidade (ESTEVES, 1998).

Pode-se dizer que o ciclo hidrológico tem seu início através da evaporação das águas do oceano. O vapor das águas é conduzido pelo movimento das massas de ar, é condensado e acaba resultando na formação de nuvens que podem ocasionar a precipitação. A precipitação por sua vez é dispersa, sendo que a maior parte da parcela de água precipitada fica retida no solo próximo ao local de onde caiu e posteriormente retorna à atmosfera devido a evaporação e transpiração das plantas. Outra parte da água escoia sobre a superfície do solo ou para os rios (escoamento subsuperficial), enquanto que parte dessa água acaba sendo permeada no solo (infiltração), e por sua vez abastece o lençol freático (VILLELA; MATTOS, 1975).

Ressalta-se que muitas das características da superfície terrestre, tais como o tipo de solo e vegetação, altitude e declividade, assim como as formas de uso e ocupação do solo interferem diretamente nas mais diversas partes constituintes do ciclo hidrológico (BACK, 2014).

2.2. BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica compõe a área de captação dos fluxos de água que se originam a partir da precipitação, que faz convergir os escoamentos para o único ponto de saída, o exutório. Sua designação necessita da definição de um curso d'água, de um ponto ou seção de referência ao longo da extensão do curso d'água, e de informações sobre o relevo (COLLISCHONN; DORNELLES, 2015).

2.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Desde a antiguidade as águas subterrâneas são fontes de abastecimento doméstico; túneis e poços construídos para captação da água datados de 800 a.C. comprovam essa teoria (REBOUÇAS, 2008). As águas subterrâneas desempenham um papel fundamental nos abastecimentos que dependem de fontes superficiais, pois é justamente a descarga das águas subterrâneas que durante estações mais secas sustentam a maioria dos cursos d'água. Além disso, as águas subterrâneas proporcionam um abastecimento naturalmente mais puro e mais satisfatório que as águas superficiais, pois eliminam a necessidade dos altos custos de transporte e a necessidade de estruturas de represamento (SHAMMAS et al., 2013).

Entretanto, como menciona Rebouças (2008), pelo fato de que a utilização da água subterrânea gerar um menor custo e as obras não serem tão atrativas quanto as barragens e estações de tratamento de águas superficiais, o manancial subterrâneo ficou esquecido nos planos de gerenciamento de corpos hídricos. Não obstante, as águas subterrâneas constituem o maior volume de água doce do planeta Terra, cerca de 10,3 milhões de km³, em comparação com rios e lagos que apresentam cerca de 104 mil km³.

De acordo com Tsutiya (2006), a água subterrânea e a água superficial constituem um mesmo recurso hídrico fluindo por um meio físico diferente. Enquanto a água superficial flui com maior velocidade nos corpos d'água, a água subterrânea flui de maneira mais lenta através das formações geológicas. Além disso, a água que se encontra abaixo da superfície do solo pode ocorrer em duas zonas principais: zona de aeração (não saturada) e zona saturada. A primeira é ocupada pela água e pelo ar, nessa zona ocorre o contato entre os contaminantes e o solo, como uma transição entre a poluição na superfície e nas águas subterrâneas. Já na zona de saturação a água preenche todos os poros do solo, formando os aquíferos (LIBÂNIO, 2010).

Os aquíferos dividem-se em freáticos e artesianos. O primeiro encontra-se acima de uma camada impermeável de solo submetido à pressão atmosférica, possui menor profundidade e menor custo de escavação. Já o aquífero artesianos situa-se entre duas camadas impermeáveis, fazendo com que a pressão seja superior à atmosférica, além de possuir maior profundidade em relação ao lençol freático (LIBÂNIO, 2010). A extração da água se dá por meio da perfuração do poço tubular profundo, quando a perfuração atinge a camada artesianos a água se eleva até o topo do aquífero, em muitos casos acima da superfície do solo (PHILLIPPI; MARTINS, 2005).

2.4. CONTAMINAÇÃO E POLUIÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Há de se fazer uma distinção entre os termos poluição e contaminação da água. A poluição indica a ocorrência de alterações prejudiciais ao meio aquático, e quando essas alterações colocam em risco a vida da biota aquática ou do ser humano que faz uso dessa água a poluição passa a ser denominada contaminação (LIBÂNIO, 2010).

Em um contexto histórico da civilização humana, o solo tem sido protagonista para disposição dos resíduos gerados, por possuir propriedades de atenuar e depurar a maior parte dos poluentes. Entretanto, devido ao crescimento populacional e consequente geração de resíduos em grande escala a capacidade do solo em reter poluentes foi se tornando escasso (CETESB, 2022).

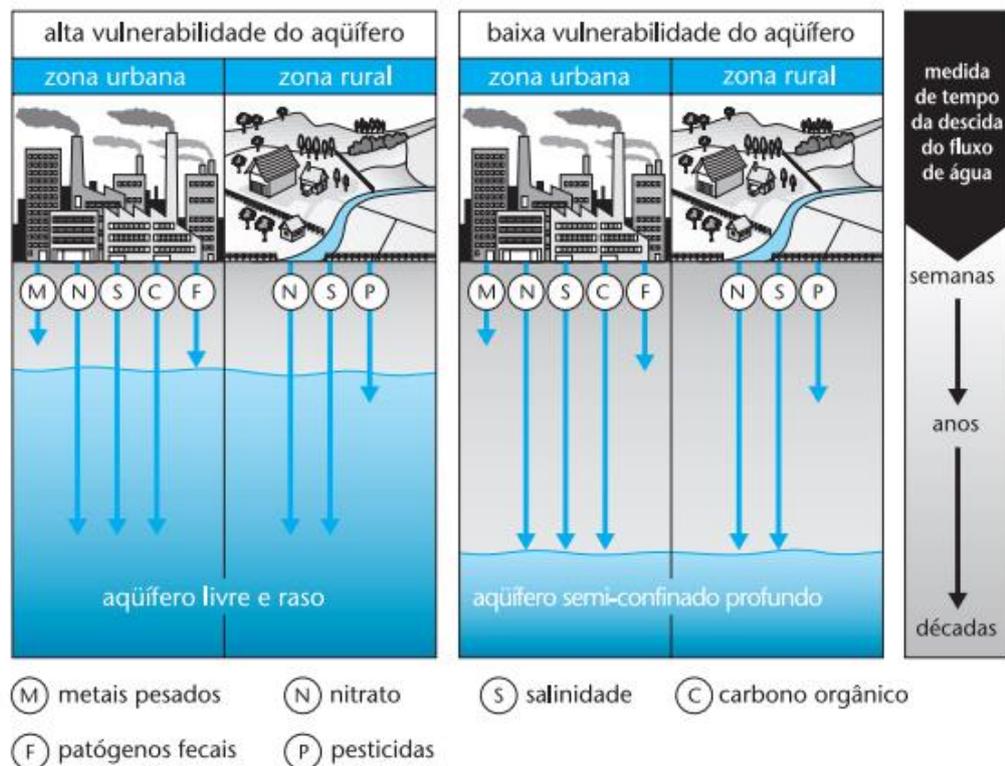
Pode-se dizer então que, um corpo hídrico pode estar poluído, mas não necessariamente contaminado, entretanto, um episódio de contaminação advindo de ações antrópicas sempre estará associado à poluição. Um indício de contaminação, por exemplo, é a presença de microrganismos patogênicos na água, como protozoários, vírus e bactérias, por não serem encontrados naturalmente em águas subterrâneas (LIBÂNIO, 2010). E apesar de as águas subterrâneas serem mais protegidas que as águas superficiais, elas podem ser poluídas e contaminadas quando os poluentes conseguem atravessar a porção não saturada do solo, chegando até o aquífero (CETESB, 2022).

As fontes de poluição podem ser pontuais, apresentando uma concentração mais elevada, como exemplo as indústrias e cemitérios, e também podem ser difusas, cuja qual afeta uma região, como exemplo as áreas urbanas sem saneamento e atividades de agricultura (FOSTER et al., 2006). Além disso, as diferentes fontes de contaminação diferem-se nas formas em que os poluentes atingem os corpos hídricos, tendo em vista que, as fontes pontuais em sua maioria decorrem de descargas diretas nos mananciais hídricos, enquanto que, as fontes difusas apresentam inúmeros pontos de pequenos lançamentos com deposições parciais de poluentes antes de alcançarem os corpos hídricos (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004).

Conforme destaca Santos (2008), o uso de fertilizantes e pesticidas nas atividades agrícolas são responsáveis por grande parte da degradação da qualidade da água subterrânea em áreas de cultivo intenso. Em um contexto histórico da civilização humana, o solo tem sido protagonista para disposição dos resíduos gerados, por possuir propriedades de atenuar e depurar a maior parte dos poluentes. Entretanto, devido ao crescimento populacional e consequente geração de resíduos em grande escala, a capacidade do solo em reter poluentes está se escasseando.

Nesse contexto, o movimento da água e o transporte de contaminantes da superfície terrestre para as águas subterrâneas pode ser um processo lento, podendo levar anos ou décadas para que o impacto de uma poluição se torne evidente na água. E isso dependerá da profundidade de captação, pois quanto maior a profundidade mais tempo demorará para a água apresentar evidências de poluição (FOSTER et al., 2002; 2006), essa ideia está representada na Figura 1.

Figura 1 - Importância de comparar a profundidade dos aquíferos à contaminação.



Fonte: Foster et al. (2002; 2006).

2.5. DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA

As doenças contraídas por meio da água foram há muito tempo inferidas pelos homens. Na Grécia Antiga (460 a.C.) Hipócrates fazia menção sobre a importância na hora de escolher os mananciais para abastecimento. Alguns registros feitos por Ambroise Paré, no século XVI, indicavam que a presença de animais venenosos, como as cobras, sapos e vermes em águas paradas poderiam transmitir doenças para os seres humanos (LIBÂNIO, 2010). A confirmação dessas suspeitas começou a se propagar a partir das ideias de John Snow, em 1855 (LIBÂNIO, 2010).

John Snow conseguiu comprovar a associação entre uma epidemia de cólera no distrito de Broad Street (Londres), que acabou tirando a vida de 521 pessoas, e o abastecimento de água. O mesmo constatou que a população atingida pela enfermidade se abastecia por intermédio de um poço freático contaminado por esgotos (LIBÂNIO, 2010).

Segundo Barcellos e Quitério (2006), fatores ambientais, sociais e culturais condicionam e determinam o processo de produção e proliferação de doenças. Pessoas que vivem em situações de vulnerabilidade ambiental estão sujeitas a intensificar os efeitos adversos na saúde por meio de contaminantes, e essas situações colaboram para as condições e situações de risco que vão influenciar diretamente no padrão e nível de saúde da sociedade (CESA; DURATE, 2010).

Conforme Grabow (1996 apud AMARAL et al., 2003), as doenças advindas da água são causadas principalmente por patógenos de origem entérica (relativo aos intestinos), animal ou humana, transmitidos pela rota fecal-oral, ou seja, são encontrados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado.

Stukel et al. (1990) menciona que a incidência de surtos de doenças advindas da veiculação hídrica no meio rural é alta, principalmente pela contaminação bacteriana de poços velhos e indevidamente projetados, próximos de fontes de contaminação (fossas e áreas de pastagem ocupada por animais).

Misra (1975 apud AMARAL et al., 2003) salienta que grande parte das doenças encontradas nas zonas rurais podem ser reduzidas a partir do momento em que a população tenha acesso a água potável. Todavia, um dos maiores problemas das fontes de abastecimento particulares das propriedades rurais é a falta de monitoramento da qualidade da água consumida.

Conboy e Goss (2000) citam que a prática de deposição de dejetos animais no solo aumenta o risco de contaminação das águas subterrâneas, principalmente dejetos bovinos, uma vez que esses animais são fontes de diversos tipos de microrganismos patogênicos, como a *Giardia sp.*, e o *Criptosporidium parvum*.

O escoamento superficial da água durante períodos de chuva, em áreas rurais, é o maior responsável pela contaminação das águas subterrâneas, pois a lixiviação dos agrotóxicos através do solo é conduzida juntamente com a água que alimenta os aquíferos (SPADOTTO et al., 2004).

2.6. PADRÕES DE POTABILIDADE E LEGISLAÇÕES VIGENTES PARA ÁGUAS DESTINADAS A CONSUMO HUMANO

Apenas no final do século XIX e início do século XX a qualidade da água para consumo humano se tornou um bem de interesse público. Anteriormente, a qualidade da água era apenas associada a aspectos estéticos e sensoriais, como a cor, gosto e odor (FREITAS; FREITAS, 2005).

Atualmente, os padrões de potabilidade variam de acordo com cada país e correspondem aos critérios essenciais e critérios complementares. O primeiro critério diz respeito à proteção contra contaminação por microrganismos patogênicos e contra a poluição por substâncias tóxicas. Já o segundo critério visa a qualidade da água em questões estéticas, organolépticas e econômicas. Em função das características de cada local, existe uma tendência mundial de padronização de potabilidade, e essa padronização é disposta através da Organização Mundial da Saúde (SANTOS, 2008).

No Brasil, a primeira norma de potabilidade da água criada foi estabelecida através do Decreto Federal nº 79.367 de 09 de março de 1977. Considera-se essa a primeira norma de potabilidade, uma vez que abrangia constituintes químicos e microbiológicos como sendo potencialmente patogênicos à saúde humana (BRASIL, 1977; FREITAS; FREITAS, 2005).

No que tange as águas para consumo humano, atualmente, a portaria que se encontra em vigor para as variáveis físicas, químicas e biológicas, no Brasil, é a Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021 (BRASIL, 2021). Ela 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 (BRASIL, 2021).

2.7. VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.7.1. Variáveis químicas

2.7.1.1. Nitrito

A presença do íon nitrito indica a ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica (BASTOS; BEZERRA; BEVILACQUA, 2007).

Os compostos de nitrogênio em seus diferentes estados de oxidação, como o nitrogênio amoniacal e albuminóide, assim como o nitrato e o nitrito, podem constituir um grande risco para a saúde humana. O nitrito quando presente na água de consumo humano, possui efeitos

mais rápidos que o nitrato. Uma vez que ingerido em teores maiores que o permitido pode causar metaglobinemia (ou descoloramento da pele) independente da faixa etária do consumidor (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

Também, já foi possível demonstrar que o nitrito pode reagir com outras moléculas no estômago, formando compostos nitrosos, sendo que muitas moléculas deste grupo foram determinadas como cancerígenas em todos os animais testados, o que indica que este fato também pode ocorrer em humanos. Também, muitos outros efeitos negativos têm sido relacionados com a produção destes compostos, como: comprometimento do controle de pressão e fluxo sanguíneo; problemas na manutenção do tônus em vasos sanguíneos; inibição de adesão e agregação plaquetária; e alterações na modulação da atividade mitocondrial (PIEIDADE; ROSA, 2017).

2.7.1.2. Fluoreto

O fluoreto é a forma iônica do elemento Flúor que é abundante na crosta terrestre. Na natureza o fluoreto é um composto, existente como um componente dos minerais encontrados nas rochas e no solo. Por exemplo, quando a água passa pelo solo, leva consigo os compostos de fluoreto presentes, enquanto que nos aquíferos a presença de fluoreto nas águas subterrâneas deve-se a eventos geológicos ocorridos no passado relacionados a processos hidrotermais e tectônicos, que propiciaram a circulação de soluções residuais do magma e provocaram a mineralização e remobilização do fluoreto contido nas rochas (SHINZATO; EZAKI; SARAIVA; GIRARDI, 2018).

O fluoreto possui uma solubilidade limitada e contribui pouco para a alcalinidade da água, sendo que costumeiramente deve ser encontrado em pequenas concentrações em águas subterrâneas (SANTOS, 2008). E quando essas concentrações se aproximam de níveis ótimos, têm sido observado efeitos benéficos à saúde. Entretanto, o excesso de fluoreto na água para consumo humano pode produzir a fluorose, que são manchas dentárias que aumentam à medida que o nível ideal de fluoreto é ultrapassado de 1,5 mg/L (DAVIS; MASTEN, 2016).

No SASG, diversas pesquisas foram realizadas visando a identificação de valores anômalos do íon fluoreto (BARBOSA, 2021; LEITE, 2021; LISBOA et al., 2021). Assim, destaca-se a importância desse parâmetro no contexto da análise de águas subterrâneas no SASG.

2.7.1.3. Dureza total

A dureza é um parâmetro químico de qualidade da água usado para medir a concentração de cátions multimetálicos em solução, sendo os mais frequentes os cátions bivalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} . Este parâmetro é característico para o controle da qualidade de águas destinadas ao abastecimento doméstico e industrial. No âmbito doméstico, não há evidências de problemas sanitários, contudo a elevada dureza da água pode afetar as suas propriedades organolépticas, tornando-a inadequada ao consumo humano; diminuir a formação de espuma, implicando que as pessoas passem a exercer maior consumo de xampus e sabões em suas residências; pode causar efeitos laxativos em alguns casos (FERNANDES et al., 2014).

Na área industrial, as concentrações elevadas podem ocasionar incrustações nas tubulações de água quente, caldeiras e aquecedores, em função da precipitação dos cátions em altas temperaturas, podendo inclusive provocar explosões (FERNANDES et al., 2014).

Além de possuir origem natural a partir da dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, também pode ser encontrada nos despejos industriais, advindos de ações antropogênicas (VON SPERLING, 2014).

Ainda, pode-se definir a dureza como o poder de consumo de sabão por determinada água ou até mesmo a capacidade dessa água de neutralizá-lo. Pode-se utilizar o teor de cálcio e de magnésio expressos em carbonato de cálcio para definir a dureza (SANTOS, 2008).

Conforme Richter e Netto (1991), as águas podem ser classificadas em termos de grau de dureza conforme o quadro abaixo (Quadro 1):

Quadro 1 – Classificação em grau de dureza da água

Grau de dureza	Varição da concentração de CaCO_3
Moles	< 50 mg/L em CaCO_3
Dureza Moderada	50 mg/L a 150 mg/L em CaCO_3
Duras	150 mg/L a 300 mg/L em CaCO_3
Muito duras	> 300 mg/L em CaCO_3

Fonte: Adaptado de Richter e Netto (1991).

2.7.1.4. Ferro total

O ferro pode ser encontrado em pequenas quantidades na água devido à grande quantidade de ferro presente nos materiais geológicos. Sendo a sua presença questionável uma vez que ele confere uma cor avermelhada à água (DAVIS; MASTEN, 2016).

Além disso, o ferro geralmente está associado ao manganês, conferindo um sabor amargo à água subterrânea, e quando presente em grandes quantidades na mesma pode estar associado à presença de ferrobactérias ou à corrosão do revestimento do filtro do poço dependendo do tipo de material (SANTOS, 2008).

2.7.1.5. Alcalinidade total

A alcalinidade total refere-se à quantidade de íons na água que reagirão como neutralizante de íons de hidrogênio. Nada mais é que a capacidade da água de neutralizar os ácidos (capacidade tampão). Sendo seus principais constituintes os bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) e os hidróxidos (OH^-), todavia a distribuição entre essas formas na água será em função do pH (VON SPERLING, 2014).

Conforme Libânio (2010), para águas com pH entre 4,4 - 8,3 a alcalinidade será em virtude apenas de bicarbonatos, pH entre 8,3 - 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, e para o pH > 9,4 a hidróxidos de carbonato. Ainda, segundo o mesmo autor, valores elevados de alcalinidade na água estão associados a processos de degradação da matéria orgânica, à atividade respiratória de microrganismos e ao lançamento de efluentes industriais.

2.7.1.6. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) é uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou basicidade de uma solução aquosa (indica acidez, neutralidade ou alcalinidade da água), e representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ em escala antilogaritmo (VON SPERLING, 2014).

O pH é essencialmente uma função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade da água. E sua faixa de detecção varia de 1 a 14, sendo os valores inferiores à 7 os ácidos, sendo neutro o valor 7, e acima de 7 constitui-se o pH alcalino/básico (SANTOS, 2008).

2.7.2. Variáveis físicas

2.7.2.1. Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência da passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva constituída pelos sólidos em suspensão, podendo ser causada por uma variedade de materiais, como partículas de argila ou lodo, descarga de efluentes domésticos ou industriais, ou a presença de uma grande quantidade de microrganismos (RICHTER; NETTO, 1991). A turbidez não traz inconvenientes sanitários diretos, entretanto, é esteticamente desagradável na água potável (VON SPERLING, 2014).

2.7.2.2. Temperatura

A temperatura possui extrema importância, uma vez que aumenta a taxa das reações físicas, químicas e biológicas, diminui a solubilidade dos gases (oxigênio dissolvido), além de conferir a transferência dos gases, uma vez que a solubilidade dos gases nos líquidos é inversamente proporcional à temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura de um líquido, menor a possibilidade desse líquido reter gases (VON SPERLING, 2014).

2.7.2.3. Condutividade elétrica

A condutividade elétrica indica a capacidade da água natural de transmitir corrente elétrica em decorrência da presença de substâncias dissolvidas que se desagregam em ânions e cátions, sendo os íons de ferro e manganês os mais usuais (LIBÂNIO, 2010). E sua determinação possibilita apresentar uma estimativa da quantidade de sólidos presentes em uma amostra (RICHTER; NETTO, 1991).

2.7.2.4. Cor aparente

A água deve possuir ausência de cor, porém, a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão podem alterar a cor da água. Normalmente, a cor presente na água é devida a ácidos húmicos e tanino, que são originados a partir da decomposição de vegetais, logo, não possuem risco para a saúde humana. Vale ressaltar que a cor é sensível ao pH, quanto maior o pH mais difícil sua remoção (RICHTER; NETTO, 1991).

A floração excessiva de algas ou o crescimento de microrganismos aquáticos também podem originar cor na água. Em alguns casos, a cor na água não é a cor verdadeira, mas sim a cor aparente que resulta de uma suspensão coloidal (DAVIS; MASTEN, 2016).

2.7.3. Variáveis microbiológicas

Nas águas naturais encontram-se os microrganismos, como as bactérias, vírus e protozoários, estes que por sua vez podem causar doenças ao ser humano. Desta forma, é de suma importância o monitoramento da qualidade bacteriológica de uma água, a fim de avaliar a contaminação por dejetos humanos e de outros animais (SANTOS, 2008).

A avaliação da possibilidade de contaminação bacteriológica de uma água é feita principalmente através da averiguação de presença de bactérias do grupo coliformes totais e *Escherichia coli*.

2.7.3.1. Coliformes totais e *Escherichia coli* (*e.coli*)

As bactérias do grupo coliformes habitam normalmente o trato intestinal dos animais de sangue quente e por essa razão serve como indicadora da contaminação de água por fezes. A maioria das doenças associadas à água é transmitida via fecal, podendo correr a contaminação das pessoas que usam esta água como fonte de abastecimento (LIBÂNIO, 2010).

A *Escherichia coli* é um coliforme de origem exclusivamente fecal, entretanto não é uma bactéria patogênica (não apresenta risco para o ser humano). Porém, a presença dessa bactéria indica que podem estar presentes outros tipos de microrganismos causadores de doenças (SANTOS, 2008).

De acordo com a Portaria nº 1469/2000 do Ministério da Saúde, em seu Artigo 4º, define-se:

Escherichia Coli - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β galactosidase e β -glucuronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (BRASIL, 2000).

Ainda, de acordo com a mesma Portaria nº 1469/2000 do Ministério da Saúde, em seu Artigo 4º, tem-se:

Coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ o C em 24-48 horas, e que

podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (BRASIL, 2000).

Por exigência legal, no Brasil, a água natural não deve apresentar qualquer tipo de risco à saúde do consumidor. E por essa razão microrganismos patogênicos devem estar ausentes, principalmente os coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*, por se tratar de amostras únicas, coliformes totais não são tolerados (SANTOS; MOHR, 2013).

Vale mencionar que a sobrevivência de bactérias patogênicas nas águas subterrâneas é influenciada por vários fatores, principalmente a sobrevivência das mesmas no solo, pois necessitará percolar através do solo para chegar até as águas subterrâneas. Normalmente a sobrevivência desse tipo de bactéria no solo (e conseqüentemente nas águas subterrâneas) é aumentada por temperaturas baixas, alta umidade do solo, pH neutro ou alcalino do solo e também pela presença de carbono orgânico (CABRAL, 2010).

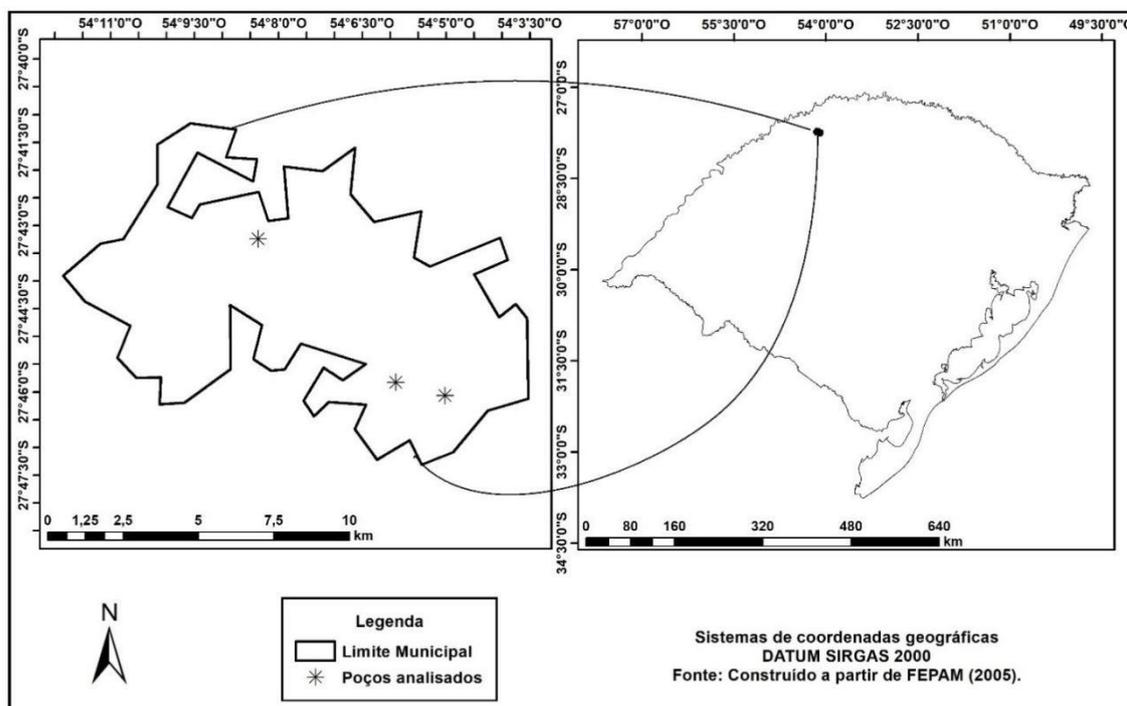
3. METODOLOGIA

Neste capítulo será descrita a metodologia utilizada no desenvolvimento do estudo referente à qualidade da água de consumo humano em poços subterrâneos de três propriedades rurais do município de São José do Inhacorá - RS, considerando a avaliação de variáveis físicas, químicas e microbiológicas das amostras de água coletadas.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As amostras de água para realização do estudo foram coletadas em poços subterrâneos localizados em três propriedades rurais do município de São José do Inhacorá, mesorregião noroeste Rio-Grandense e microrregião de Santa Rosa - RS (conforme ilustrado na Figura 2). De acordo com o último censo demográfico, o município possui uma população de 2.200 habitantes e possui uma área territorial de 77,732km² (IBGE, 2010). O município localiza-se a 27°43'29" de latitude Sul e 54°07'45" de longitude Oeste (PMSB, 2017).

Figura 2 - Mapa de localização e pontos de coleta no município de São José do Inhacorá - RS.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da FEPAM (2005).

De acordo com dados do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB (2017) do município de São José do Inhacorá, cerca de 62% dos habitantes vivem na zona rural e apenas

38% da população vive na área urbana. Além disso, a principal atividade econômica do município compreende a produção de diversos produtos do setor agrícola que servem como meio de subsistência e fonte de recursos para a maioria da população Inhacoraense, com destaque para as produções advindas da bacia leiteira e do cultivo de soja, milho, trigo, suinocultura, ovinocultura, piscicultura e avicultura, entre outras de menor intensidade.

O relevo do município é bastante acidentado, terras dobradas, com pequenas e grandes elevações, estando localizado na região morfológica denominada Planalto. Apresenta também algumas partes planas e depressões. Sua altitude média está em 210 metros acima do nível do mar, sendo que o ponto culminante atinge 379 metros (PMSB, 2017).

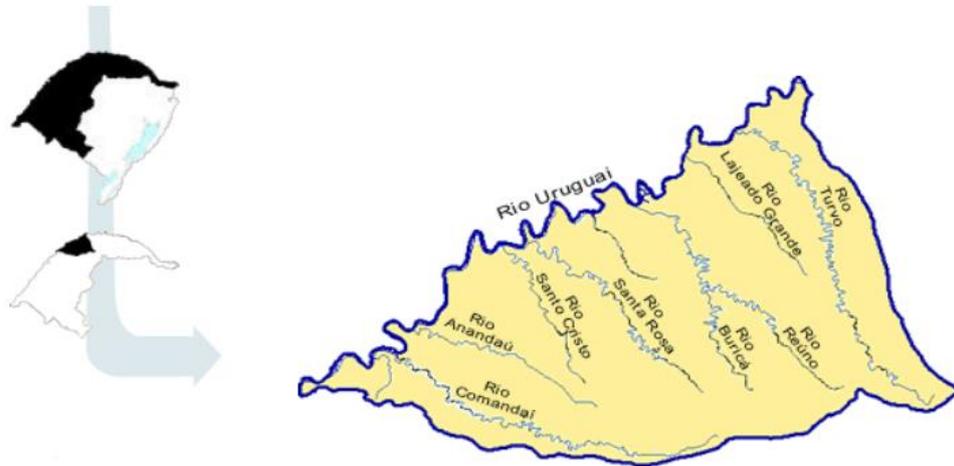
Em relação ao tipo de solo predominante no município cita-se o cambissolo e o litossolo (PMSB, 2017). O cambissolo apresenta solos pouco desenvolvidos, ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos, apresentando matizes avermelhados (conteúdo elevado de argila (EMBRAPA, 2018). O litossolo é uma denominação antiga, atualmente ele faz parte da ordem dos neossolos, estes por sua vez também apresentam solos pouco evoluídos e constituídos por material mineral ou por material orgânico (EMBRAPA, 2018). Ainda, em São José do Inhacorá pode-se constatar que os solos com áreas planas são cultivados, enquanto as áreas mais onduladas apresentam cultivos fracionados, e em partes servem para preservação de floresta nativa e exótica (PMSB, 2017).

No que tange ao clima do município, o mesmo é caracterizado como subtropical úmido. As temperaturas máximas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e as temperaturas mínimas acontecem nos meses de junho, julho e agosto, com fortes geadas (PMSB, 2017).

Se tratando da hidrologia, o município encontra-se no Sistema Aquífero Serra Geral I (SASG I), constituindo em um aquífero fraturado, cujo sua recarga ocorre através das fraturas verificadas nos basaltos (MACHADO; FREITAS, 2005). O SASG I é uma das principais unidades hidroestratigráficas existentes no Sul do Brasil, principalmente em razão do vasto território que abrange e pode ser utilizado como fonte de abastecimento de águas subterrâneas em diversos municípios e estados (SCHEIBE; HIRATA, 2006).

No cenário estadual e regional, o município de São José do Inhacorá - RS está localizado na bacia do Rio Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo (na Figura 3 uma ilustração da abrangência regional destes rios), e em âmbito municipal, pode-se caracterizar duas bacias hidrográficas elementares: a Bacia do Rio Inhacorá e a Bacia do Rio Buricá (PMSB, 2017).

Figura 3 - Localização geográfica dos Rios Turvo - Santa Rosa - Santo Cristo.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da FEPAM (2005).

Diante desse cenário, salienta-se que, “a bacia hidrográfica do Rio Turvo, Santa Rosa e Santo Cristo compõe uma das dez unidades hidrográficas que formam a Região Hidrográfica Brasileira do Uruguai, ocupando cerca de 3% do território brasileiro, e se distribui nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No território sul-rio-grandense a bacia abrange a porção norte, noroeste e oeste, apresentando uma área de aproximadamente 127.031,13 km²” (VIGOLO; BRENDA, BORTOLIN, 2019).

3.1.1. Caracterização dos pontos de coleta

As três propriedades onde foram realizadas as coletas de água para este estudo localizam-se na zona rural do município de São José do Inhacorá – RS (Figura 4), sendo que as coordenadas geográficas de cada propriedade estão expressas na Tabela 1. Nas referidas propriedades utiliza-se apenas a água subterrânea como recurso hídrico de subsistência, sendo que cada propriedade possui o seu próprio sistema de captação, através de poços artesianos (poço tubular profundo).

Tabela 1 - Localização dos pontos de coleta.

Pontos de coleta	Latitude	Longitude
Ponto 1	27°45'46,0"S	54°05'01,2"O
Ponto 2	27°45'49,9"S	54°05'53,7"O
Ponto 3	27°43'14,6"S	54°08'21,4"O

Fonte: Google Earth Pro (2022).

Figura 4 - Localização das propriedades.



Fonte: Google Earth Pro (2022).

No Ponto 1 (Figura 5) são exercidas atividades leiteiras e também, com maior ênfase, a suinocultura. O poço de captação da água localizado no Ponto 1 possui uma profundidade de 157 metros e se apresenta distante das atividades exercidas na propriedade. Entretanto, o poço não possui qualquer tipo de proteção em seu entorno (Figura 6).

Figura 5 – Vista aérea da Propriedade 1.



Fonte: Google Earth Pro (2022).

Figura 6 - Poço de captação da água (Ponto 1).



Fonte: Autora (2021).

Na propriedade onde se localiza o Ponto 2 também é exercida a atividade leiteira (com menor predominância) e de suinocultura (Figura 7). Seu poço de captação de água possui uma profundidade de 180 metros. O ponto de captação de água fica próximo ao local onde se cria e se mantém em confinamento os suínos da propriedade e também da lagoa de estabilização dos dejetos dos suínos. O poço é contornado por uma base de concreto e possui um cercado de madeira (Figura 8).

Figura 7 – Vista aérea da Propriedade 2.



Fonte: Google Earth Pro (2022).

Figura 8 - Poço de captação de água (Ponto 2).



Fonte: Autora (2021).

Na propriedade onde está situado o Ponto 3 tem-se intensa atividade de suinocultura e também, em menor escala, de bovinocultura, (Figura 9). Seu poço de captação de água possui uma profundidade de 287 metros. A propriedade apresenta local de confinamento de suínos e bovinos e possui uma lagoa de estabilização de dejetos desses animais, entretanto, tal lagoa encontra-se a uma distância considerável do ponto de captação de água. Todavia, o poço não apresenta nenhum tipo de proteção ao seu entorno (Figura 10).

Figura 9 – Vista aérea da Propriedade 3.



Fonte: Google Earth Pro (2022).

Figura 10 - Poço de captação de água (Ponto 3).



Fonte: Autora (2021).

3.2. COLETA DAS AMOSTRAS

A coleta das amostras de água se deu em três propriedades rurais do município de São José do Inhacorá - RS, em um período de tempo de quatro meses, de maio a agosto de 2021. Todas as amostras foram coletadas na parte da manhã.

Em cada localidade envolvida no estudo foi avaliada a qualidade da água advinda de poços subterrâneos utilizados pelos proprietários para seu abastecimento e consumo em todas as atividades desenvolvidas na respectiva propriedade. As coletas de água ocorreram diretamente nos poços, sendo que para assegurar uma melhor verificação da qualidade da mesma optou-se por coletar a água provinda do poço, uma vez que o estado de conservação das tubulações que transportam a água até o reservatório de armazenagem pode interferir nos resultados das análises laboratoriais, por sujidades internas ou rachaduras.

Antes da realização da coleta de água de cada poço utilizou-se álcool 70° nas torneiras que seriam utilizadas, com a ajuda de um borrifador fez-se a desinfecção e limpeza de qualquer sujidade na superfície da mesma, à fim de que não houvesse interferência de outros materiais na qualidade da água. Ainda, antes de iniciar a coleta nos recipientes específicos, optou-se por deixar a torneira aberta por alguns segundos para que qualquer sujidade interna dos canos saísse

com a primeira água, pois como todas as amostras foram coletadas no período da manhã, poderia haver água parada na tubulação da torneira desde o dia anterior.

Para a coleta das águas foram utilizadas três unidades de garrafa PET (Polietileno tereftalato) de 500 mL (triplicata) em cada ponto de coleta, logo, precisou-se de nove garrafas no total (três para cada propriedade). Utilizou-se também três frascos de vidro autoclavados (um para cada propriedade) para armazenar uma amostra de água de cada propriedade para posterior análise microbiológica. Vale ressaltar que para a coleta das amostras utilizou-se luvas descartáveis, em cada propriedade, a fim de não ocasionar interferências no momento da coleta.

Após realizadas as coletas, as garrafas e os frascos com as amostras foram acondicionados em caixas térmicas para a conservação das características físicas, químicas e microbiológicas das mesmas, conforme instrui a NBR 9898/1987 (ABNT, 1987). Feito o acondicionamento das amostras, as mesmas foram transportadas para os laboratórios da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen, para dar seguimento às análises laboratoriais. As variáveis analisadas e seus respectivos métodos de leitura podem ser consultados no Quadro 2.

Quadro 2 - Métodos para análise das variáveis químicas, físicas e biológicas da água.

Variáveis	Método Utilizado
Alcalinidade Total (mg/L)	Titulométrico - 2320 B (APHA, 2012)
Coliformes Totais (NMP/100)	Tubos múltiplos - 9221 D (APHA, 2012)
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Condutivímetro - 2510 B (APHA, 2012)
Cor Aparente (uH)	Espectrofotômetro - 2120 B (APHA, 2012)
Ferro Total (mg/L)	Espectrofotômetro - 2120 B (APHA, 2012)
Dureza Total (mg/L CaCO_3)	Titulométrico - 2340 B (APHA, 2012)
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)	Tubos múltiplos - 9221 D (APHA, 2012)
Nitrito (mg/L)	Espectrofotômetro - 4500-NO ₂ (APHA, 2012)
pH (unidades)	pHmetro - 4500 - H + B (APHA, 2012)
Temperatura (C°)	Termômetro Portátil - 2550 B (APHA, 2012)
Turbidez (uT)	Turbidímetro - 2130 B (APHA, 2012)
Fluoreto (mg/L)	Espectrofotômetro - 2120 B (APHA, 2012)

Fonte: Autora (2022).

3.3. ANÁLISE MACROSCÓPICA DAS AMOSTRAS

As três propriedades rurais participantes deste estudo de qualidade da água foram analisadas de forma macroscópica, por meio de uma observação do entorno dos poços de onde foram efetuadas as coletas das amostras de água. O grau de classificação de preservação dos poços foi realizado de acordo com a metodologia proposta por Gomes, Melo e Vale (2005) que indica os impactos ambientais no entorno das áreas, utilizando as variáveis que podem ser observadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Quantificação utilizada para a Análise das Variáveis Macroscópicas

Cor da água	(1) Escura	(2) Clara	(3) Transparente
Odor	(1) Cheiro forte	(2) Cheiro fraco	(3) Sem cheiro
Resíduos ao redor	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Sem resíduo
Materiais flutuantes	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Espumas	(1) Muita	(2) Pouca	(3) Ausente
Óleos	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Esgoto	(1) Muito	(2) Pouco	(3) Ausente
Vegetação	(1) Alta degradação	(2) Baixa degradação	(3) Preservada
Uso por animais	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Uso por humanos	(1) Presença	(2) Apenas marcas	(3) Não detectado
Proteção do local	(1) Sem	(2) Proteção (CA)	(3) Proteção (SA)
Prox. de residências	(1) Menos de 50m	(2) Entre 50 a 100m	(3) Mais de 100m
T. área de inserção	(1) Ausente	(2) Privada	(3) Áreas protegidas

Fonte: Adaptado de Gomes, Melo e Vale (2005); *Prox. de residências= Proximidade de residências; T. área de inserção = Tipo de área de inserção; Proteção (CA) = Proteção com acesso; Proteção (SA) = Proteção sem acesso; m = metros.

Após realizar a classificação quanto ao índice de impacto ambiental no entorno da área com base nos parâmetros apresentados no Quadro 3. Ao final é realizado o somatório total e através da pontuação obtida, verifica-se a sua respectiva classificação em ótima, boa, razoável, ruim e péssima (Quadro 4).

Quadro 4 - Classificação quanto ao grau de preservação dos poços de coleta.

Classes	Grau de preservação	Pontuação final
A	Ótima	37-39 pontos
B	Boa	34-36 pontos
C	Razoável	31-33 pontos
D	Ruim	28-30 pontos
E	Péssimo	< 28 pontos

Fonte: Adaptado de Gomes, Melo e Vale (2005).

3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS AMOSTRAS

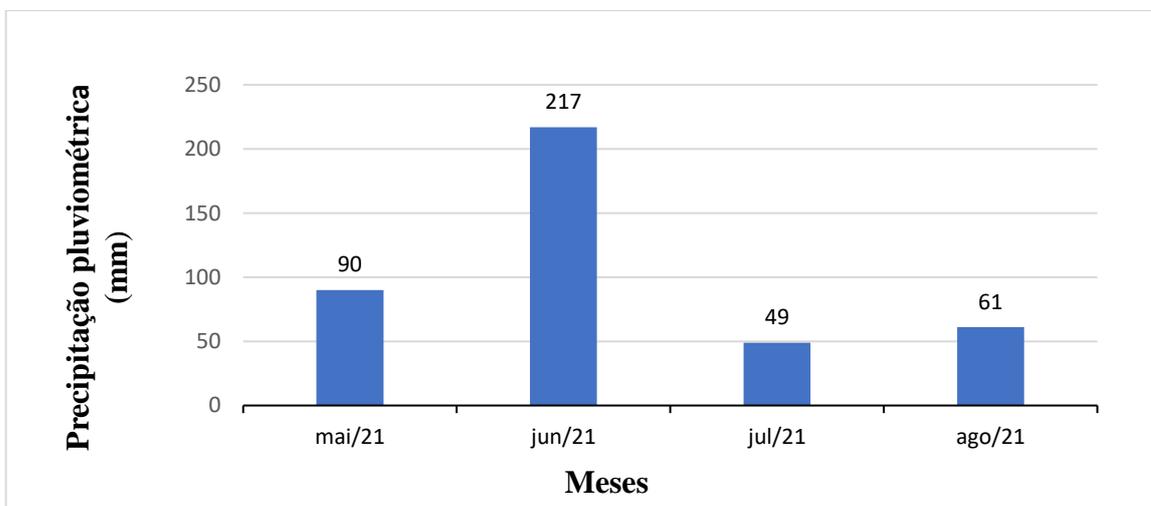
A homogeneidade das variâncias entre os meses amostrados foi realizada através do teste de Levene, sendo que as comparações entre os meses analisados se procederam através da análise de variância (ANOVA), uma via, seguida do teste de Tukey ou de Kruskal-Wallis, teste paramétrico e não paramétrico, respectivamente. Os valores foram expressos como média \pm erro padrão no programa utilizado (STATISTICA Software 7.0), sendo seu nível mínimo de significância $P < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica registrada no período de amostragem demonstra que os maiores níveis de chuva foram apresentados nos meses de maio e junho/2021 (Figura 11).

Figura 11 - Precipitação pluviométrica mensal de São José do Inhacorá/RS durante o período amostral, no ano de 2021.



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da EMATER (2021).

De forma geral, observa-se pelos resultados do estudo que houve alterações significativas nas variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água de consumo humano das três propriedades rurais estudadas, decorrentes da associação destas com a precipitação pluviométrica, sendo essa relação especificamente discutida de acordo com cada variável em que tais alterações foram detectadas.

4.2. pH

Na Propriedade 1, apenas nas amostras de água coletadas no mês de maio/2021 é que houve uma diferença significativa no valor de pH estimado em comparação aos resultados obtidos ao longo dos demais meses estudados (Tabela 2). Em termos dos resultados de pH provenientes das amostras de água da Propriedade 2, houve uma diminuição significativa

detectada nas amostras coletadas nos meses de maio e julho/2021, tal como pode ser observado na Tabela 2. Já na Propriedade 3, apenas as amostras de água coletadas no mês de maio/2021 é que apresentaram uma diferença significativa no valor do pH se comparado aos valores estimados nos demais meses de realização do estudo (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios obtidos para pH e precipitação acumulada no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	8,00±0,00 ^b	8,00±0,00 ^b	7,00±0,00 ^b	90,00
Junho/2021	9,50±0,00 ^a	9,00±0,00 ^a	8,00±0,00 ^a	217,00
Julho/2021	9,50±0,00 ^a	8,00±0,00 ^b	8,00±0,00 ^a	49,00
Agosto/2021	9,00±0,00 ^a	9,00±0,00 ^a	8,00±0,00 ^a	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Média ± Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

De acordo com Machado e Freitas (2005), as salinidades para o Sistema Aquífero Serra Geral I (SASG I) em geral são baixas, porém, poços subterrâneos que captam águas mais salinas, sódicas e de elevado pH (entre 9 e 10) correspondem a porções do aquífero influenciadas por águas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani. Dias et al. (2002) fomentam essa alusão, pois segundo o autor as águas bicarbonatadas sódicas da porção confinada do Sistema Aquífero Guarani apresentam valores de pH predominantemente alcalino, com valores maiores que 8,5.

Silveira (2019), acerca de seus estudos sobre as águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral, no município de Cerro Largo/RS, encontrou valores de pH alcalinos para o SASG I (resultados entre 9 e 10). Karlinski (2017) em estudos sobre a avaliação da água subterrânea de abastecimento individual no município de Três de Maio/RS, encontrou valores de pH entre 6,23 a 10,2, valores estes semelhantes ao presente estudo.

Conforme estabelece a Portaria nº. 888 do MS/GM (BRASIL, 2021) a água deve apresentar pH entre 6,0 e 9,0. Já a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) estabelece valores entre 6,0 a 9,5. Assim, tem-se que de forma geral as três propriedades estão de acordo com o estabelecido pela OMS e pela legislação nacional, contudo, na Propriedade 1, nos meses de junho e julho/2021, foi constatada desconformidade com a legislação nacional, uma vez que as análises do pH das águas coletadas naquele local apresentaram índices que ultrapassaram o valor máximo permitido para água de consumo.

4.3. TEMPERATURA

Os valores estimados para a temperatura das águas subterrâneas ao longo dos meses de realização deste estudo variaram de 21,00 a 23,90 °C nas três propriedades rurais (Tabela 3).

De modo geral, as temperaturas durante a campanha amostral não tiveram uma variação significativa. Vale ressaltar que as coletas foram realizadas durante o outono/inverno, sendo que a temperatura do ar nesse período se apresentava menor (em torno de 18,00 °C) do que a temperatura das águas dos poços artesianos.

Tabela 3 - Valores médios obtidos para temperatura no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maió/2021	23,00±0,00	22,00±0,00	22,00±0,00	90,00
Junho/2021	23,90±0,00	22,00±0,00	22,00±0,00	217,00
Julho/2021	22,00±0,00	21,00±0,00	22,00±0,00	49,00
Agosto/2021	22,00±0,00	20,00±0,00	22,00±0,00	61,00

Fonte: Autora (2022).

Naime e Fagundes (2005) relatam que a temperatura da água intervém nas características físico-químicas e conseqüentemente na velocidade das reações, flotação e da locomoção dos microrganismos presentes.

Corcovia e Celligoi (2012) mencionam que as águas subterrâneas apresentam uma amplitude térmica pequena, ou seja, sua temperatura não é influenciada pelas mudanças da temperatura atmosférica. Marion, Capoane e Silva (2007) em seus estudos sobre a avaliação da qualidade da água subterrânea em um dos vinte poços que abastecem a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Santa Maria/RS, encontraram valores de temperatura da água que variaram de 18,00 a 23,20 °C. Os autores ainda mencionam que, nos meses de inverno, a temperatura da água encontrou-se mais elevada, quando comparada com a temperatura do ar. Isso acontece devido à proteção das camadas de solo e rochas acima do lençol freático, fazendo com que o lençol não entre em contato direto com a superfície do ar.

Segundo a Portaria nº. 888 MS/GM (BRASIL, 2021), e a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017), não são estipulados Valores Máximos Permitidos (VMP) para a temperatura de águas subterrâneas destinadas ao consumo humano.

4.4.CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Na Propriedade 1 foram observadas diferenças significativas nos resultados de condutividade elétrica das amostras de água coletadas entre os meses estudados, com ressalva aos meses de julho e agosto/2021, cujo período não apresenta diferenças significativas de resultados entre si (Tabela 4). As amostras do mês de junho/2021 que revelaram os menores resultados de condutividade elétrica entre os resultados dos demais meses estudados, ocorrência essa que pode estar relacionada ao fato de que este mês apresentou maiores índices de precipitação pluviométrica se comparado aos demais meses em que não houve precipitação.

Em termos dos resultados de análise da condutividade elétrica das amostras de água coletadas no poço artesiano da Propriedade 2, foram detectadas diferenças significativas ao longo do período dos quatro meses de estudo (Tabela 4). As amostras de água coletadas no mês de junho/2021 na Propriedade 2 apresentaram maior condutividade elétrica do que as amostras dos demais meses, diferentemente do que ocorreu com as amostras das demais propriedades estudadas, que no mês de junho/2021 apresentaram diminuição da condutividade elétrica devido ao maior índice de precipitação.

Já na Propriedade 3, ocorreu diferença significativa entre os índices de condutividade elétrica observados nas amostras de água entre os meses de estudo, com ressalva nos meses de junho e julho/2021 que apresentaram resultados de análise de condutividade elétrica similares entre si (Tabela 4). Amostras do mês de junho/2021 desta propriedade também apresentaram uma diminuição de condutividade elétrica.

Tabela 4 – Valores médios obtidos para condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	601,66 \pm 0,31 ^b	510,97 \pm 0,28 ^c	504,84 \pm 0,03 ^b	90,00
Junho/2021	575,35 \pm 2,80 ^c	542,20 \pm 1,15 ^a	445,75 \pm 2,97 ^c	217,00
Julho/2021	617,20 \pm 2,66 ^a	462,85 \pm 0,14 ^d	448,60 \pm 0,23 ^c	49,00
Agosto/2021	614,25 \pm 0,89 ^a	526,15 \pm 0,49 ^b	620,15 \pm 0,66 ^a	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Média \pm Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Löbner et al. (2015) em seus estudos referentes a quatro poços de monitoramento situados na UFSM em Santa Maria - RS, também observaram influências da precipitação

pluviométrica na variável condutividade elétrica. Os autores relatam que podem ser verificados menores valores para a condutividade elétrica em períodos chuvosos, e nos períodos mais secos os valores desta variável apresentaram-se elevados, corroborando com os resultados obtidos no mês de junho/2021 nas Propriedades 1 e 3 relacionadas a este presente estudo.

Andrade et al. (2012) mencionam em seu estudo acerca da variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica de água subterrânea, que o uso contínuo das águas subterrâneas sem manejo adequado pode acarretar no aumento da concentração de sais no solo, que com as chuvas acabam sendo carregados para a zona saturada do aquífero, ocasionando o aumento da salinidade das águas subterrâneas e consequentemente o aumento da condutividade elétrica, podendo essa ser uma explicação para o fato de que a Propriedade 2 no mês de junho/2021 apresentou resultados de aumento da condutividade elétrica nas amostras de água coletadas no poço artesiano daquele local.

Fato esse corroborado também por Reginato et al. (2021), pois mencionam em seu estudo que os poços de abastecimento tendem a ser operados de forma ininterrupta e contínua, fazendo com que a sazonalidade da precipitação e da recarga influenciem na composição da água subterrânea. Logo, a forma de ocorrência das precipitações (quantidade, intensidade, distribuição) pode ter influência nesses processos de recarga e composição dessas águas.

Scheffler et al. (2022), em seu estudo sobre qualidade da água de dois poços subterrâneos em zonas rurais da região noroeste do Rio Grande do Sul, nos meses em que foram realizadas coletas de amostras de água após a chuva, resultados de análises de condutividade elétrica mostraram uma elevação em relação aos meses em que não houve incidência de chuvas. Conforme os autores, esse fato pode ser explicado pela lixiviação de substâncias aniônicas e catiônicas durante a percolação da água no solo, aumentando a capacidade da água de transmitir corrente elétrica.

Segundo Mendes e Oliveira (2004 apud NETO et al., 2016), valores obtidos para condutividade elétrica entre 400 a 600 μ S/cm apresentam uma média mineralização e conferem uma boa qualidade à água. Para valores entre 600 a 1000 μ S/cm apresentam uma importante mineralização e conferem uma qualidade utilizável à água. Logo, o presente estudo apresenta, de modo geral, uma qualidade excelente quanto aos parâmetros de condutividade elétrica observados nas amostras de água coletadas para o experimento.

A Portaria nº. 888 MS/GM (BRASIL, 2021), e a OMS (2017) não estabelecem VMP para a variável condutividade elétrica. Desta forma, a presente variável não pode ser comparada com valores de referência.

4.5. ALCALINIDADE TOTAL

Em termos dos resultados de análise de alcalinidade total nas amostras de água da Propriedade 1, foi observada diferença significativa entre os meses estudados, com ressalva aos meses de julho e agosto/2021 que não apresentaram resultados diferentes entre si. Através da Tabela 5 percebe-se que os resultados obtidos nas amostras do mês de maio/2021 apresentam valores de alcalinidade total consideravelmente superiores aos demais meses.

Para a Propriedade 2 apenas nas amostras coletadas no mês de maio/2021 foi possível observar diferenças significativas nos resultados de alcalinidade total em relação aos resultados obtidos nas amostras de água coletadas nos demais meses de estudo, sendo que as amostras analisadas no mês de maio apresentaram valores de alcalinidade total consideravelmente superiores aos demais (Tabela 5).

Já na Propriedade 3 houve diferença significativa nos resultados de alcalinidade total das amostras de água coletadas nos meses estudados, com exceção das amostras de julho e agosto/2021 que praticamente não apresentaram resultados diferentes entre si. Assim como ocorreu com os resultados das amostras de água das demais propriedades analisadas, a Propriedade 3 também apresentou resultados de elevada alcalinidade nas amostras do mês de maio/2021 (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios obtidos para alcalinidade total (mg/L CaCO₃) no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	354,00±0,00 ^a	265,50±0,87 ^a	72,00±1,73 ^a	90,00
Junho/2021	51,00±0,00 ^b	39,00±1,73 ^b	36,00±0,00 ^b	217,00
Julho/2021	39,00±1,73 ^c	33,00±1,73 ^b	22,50±0,00 ^c	49,00
Agosto/2021	39,00±1,73 ^c	34,50±0,87 ^b	23,00±0,00 ^c	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis (P<0,05). Média ± Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Karlinski (2017) em seus estudos sobre a avaliação da água subterrânea de abastecimento individual no município de Três de Maio/RS, obteve valores que variaram entre 18,75 a 257,37 mg/L CaCO₃.

Silva et al. (2014), em estudos acerca da alcalinidade de quatro amostras de águas subterrâneas utilizadas no Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú, encontraram

valores que variaram de 19 a 125 mg/L CaCO₃. Os autores mencionam que o aumento da alcalinidade durante o período amostral do estudo foi devido ao período de chuvas que ocorreram no intervalo entre as análises. Ressaltam ainda, que a alcalinidade apresentada seja advinda de compostos alcalinos presentes no solo que acabaram influenciando nos resultados obtidos.

Segundo Gastamns et al. (2013), as águas subterrâneas apresentam-se em sua maior parte insaturadas em relação à calcita, somente amostras com maiores concentrações de alcalinidade encontram-se saturadas ou próximas a saturação. Os autores mencionam que a calcita retira o cálcio das águas subterrâneas sob a forma de carbonatos, fazendo com que a alcalinidade e pH dessas águas aumente.

A Portaria n°. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017) não estabelecem VMP para a variável alcalinidade total. Sendo assim, tal variável não pode ser comparada com valores de referência.

4.6. COR APARENTE

Os valores de cor aparente encontrados nas análises das águas das três propriedades rurais durante todos os meses amostrados apresentaram-se abaixo do Limite de Detecção do método utilizado, sendo que a sensibilidade do método adotado para a realização desta análise para cor aparente foi de 12 a 1500uH (APHA, 2012).

Queiroz (2018) e Menegazzo (2019) em seus estudos sobre a avaliação da qualidade da água (para consumo humano) extraída de poços, nos municípios de Seberi - RS e Palmeira das Missões/RS, respectivamente, também encontraram valores <LOD em termos de cor aparente.

Para esse parâmetro, tanto OMS (2017) quanto Brasil (2021) estabelecem o VMP de 15uH, logo todos os resultados de análise da água das três propriedades rurais encontram-se de acordo com as legislações vigentes.

4.7. FLUORETO

Os valores do íon fluoreto encontrados nas amostras de águas das propriedades rurais durante todos os meses amostrados apresentaram-se <LOD, estabelecido em 0,02 mg/L.

De acordo com Brasil (2021) e OMS (2017), o VMP para o íon fluoreto é de 1,5mg/L. Desta forma, os resultados obtidos neste estudo encontram-se todos em conformidade com a legislação vigente.

Também, os resultados encontrados corroboram com os trabalhos realizados por Karlinski (2017), Gomes (2019) e Schneider (2019) as quais analisaram água subterrânea do SASG na região noroeste do RS, em ambos os estudos os A valores de fluoreto ficaram <LOD.

Cortecci (2004) abordou os efeitos do fluoreto sobre a saúde humana, com observações de que concentrações entre 0,0 a 0,05mg/L não são suficientes para evitar a cárie dentária. A quantidade ideal de fluoreto para a saúde humana é a partir de 0,05 até 1,5mg/L, sendo que valores superiores a estes podem vir a ocasionar problemas de saúde, como a fluorose dentária. Com base na abordagem deste autor, percebe-se que os resultados provenientes das análises das amostras de água das três propriedades rurais do presente estudo apresentaram valores com deficiência de fluoreto em termos de quantidades ideais para a demanda do organismo humano, à fim de evitar a cárie dentária.

4.8. FERRO TOTAL

Na Propriedade 1 não houve diferença significativa nos resultados de análise de ferro total nas amostras de água coletadas ao longo dos meses estudados, com exceção do mês de maio/2021 que apresentou o menor valor para a variável ferro total (Tabela 6).

Já na Propriedade 2 foi detectada diferença significativa nos resultados de análise de ferro total nas amostras de água coletadas nos meses estudados, com ressalva aos meses de maio e agosto/2021 que não apresentaram resultados diferentes entre si (Tabela 6).

Na Propriedade 3 se observou diferença significativa nos resultados de ferro total apenas no mês de maio/2021, que apresentou um valor mais elevado em relação aos demais meses estudados (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios obtidos para ferro total (mg/L) no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	0,41±0,01 ^b	0,46±0,01 ^b	0,67±0,04 ^a	90,00
Junho/2021	0,43±0,01 ^a	0,40±0,01 ^c	0,42±0,00 ^b	217,00
Julho/2021	0,46±0,01 ^a	0,61±0,01 ^a	0,42±0,00 ^b	49,00
Agosto/2021	0,46±0,00 ^a	0,49±0,00 ^b	0,45±0,00 ^b	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis (P<0,05). Média ± Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Segundo Picanço (2002), teores elevados de ferro na água tendem a ter uma aceitação reduzida pela população, uma vez que o mesmo traz muitos inconvenientes associados ao uso da água, uma vez que causam manchas em roupas e pisos, além de conferir alterações na cor, odor e sabor da água.

Reginato e Strieder (2007) em seus estudos acerca dos condicionantes geológicos da ocorrência de ferro e manganês nos aquíferos fraturados da Formação Serra Geral, mencionam que a origem do ferro nas águas subterrâneas está associada às litologias vulcânicas pertencentes a Formação Serra Geral, bem como aos processos de intemperismo (litologia é a parte da geologia que estuda a constituição e descrição das rochas, com base em características tais como a cor, a composição mineralógica e o tamanho de grão).

Hausman (1995 apud REGINATO; STRIEDER, 2007) menciona que o ferro possui minerais ferro-magnesianos, que quando quimicamente intemperados acabam infiltrando para os solos e, conseqüentemente, para as águas subterrâneas.

De acordo com a Portaria n°. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021, e a OMS (2017), o VMP para a variável ferro total é de 0,3 mg/L e a concentração não deve ultrapassar 2,4 mg/L. Logo, todas as amostras de água das três propriedades rurais ultrapassam os valores máximos permitidos para as legislações vigentes, uma vez que os valores obtidos nas amostras das três propriedades variaram de 0,40 a 0,67 mg/L.

4.9. NITRITO

Nas Propriedades 1 e 3 não foram detectadas diferenças significativas nas amostras de água para a variável nitrito entre os meses estudados (Tabela 7).

Em termos das análises referentes à Propriedade 2 não foram constatadas diferença significativa nos resultados obtidos entre os meses estudados, com exceção do mês de julho/2021 que mostrou um aumento da presença de nitrito nas amostras de água em relação aos demais meses de realização deste estudo (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores médios obtidos para nitrito (mg/L) no período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	0,04±0,00 ^{ba}	0,04±0,00 ^b	0,04±0,00 ^a	90,00
Junho/2021	0,04±0,00 ^a	0,04±0,00 ^b	0,04±0,00 ^a	217,00
Julho/2021	0,04±0,00 ^a	0,05±0,00 ^a	0,04±0,00 ^a	49,00

(continua)

Agosto/2021	0,04±0,00 ^a	0,04±0,00 ^b	0,04±0,00 ^a	(conclusão) 61,00
-------------	------------------------	------------------------	------------------------	----------------------

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Média \pm Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Silva et al. (2014) mencionam que a presença de nitritos nas águas indica poluição orgânica. Os autores enfatizam que em altas concentrações o nitrito pode significar uma grande atividade bacteriana e carência de oxigênio no curso hídrico, seja ele subterrâneo ou superficial.

Biguelini e Gumy (2000) ressaltam que, no organismo humano, os nitratos encontrados na água se transformam em nitritos, e se o mesmo for ingerido diretamente pode vir a ocasionar a metemoglobinemia independentemente da idade do consumidor.

Alaburda e Nishihara (1998) salientam que é de extrema importância se realizar a detecção de espécies nitrogenadas para se avaliar a qualidade da água. Os autores afirmam que o nitrito é um indicador de possível contaminação de aquíferos envolvendo condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, e esse fator pode estar relacionado a construções precárias dos poços e à falta de proteção dos aquíferos.

Gomes (2019) em estudo de avaliação de potabilidade da água em poços para consumo humano, no município de Pinheirinho do Vale - RS, obteve valores semelhantes aos resultados do presente trabalho, sendo que as concentrações encontradas para a variável nitrito variaram de 0,03 a 0,34 mg/L.

Machado e Freitas (2000) ao realizarem um estudo referente à Hidroquímica do Sistema Aquífero Serra Geral, na região Oeste de Santa Catarina, avaliaram a qualidade das águas de poços, pelo fato da região fazer grande uso da aplicação de dejetos suínos e agrotóxicos. Os resultados obtidos pelos autores quanto ao teor de nitrito na água apresentaram-se baixos, com valores em torno de 0,02 mg/L.

De acordo com a Portaria nº. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021, e a OMS (2017), o VMP para a variável nitrito é 1,0 mg/L. Deste modo, os valores obtidos nas três propriedades rurais estão em conformidade com as legislações vigentes.

4.10. TURBIDEZ

Os resultados obtidos nas análises de turbidez das amostras de água providas da Propriedade 1 não mostraram diferenças significativas entre os meses estudados, com ressalva

à amostra coletada no mês de maio/2021 que revelou um aumento da turbidez em relação às coletas efetuadas nos demais meses (Tabela 8).

Na Propriedade 2 houve diferença significativa nas quantificações de turbidez da amostra de água coletada no mês de julho/2021, sendo revelado um aumento deste parâmetro. Nos demais meses não foram constatadas diferenças significativas na quantificação da turbidez da água presente nas amostras, com exceção da amostra de junho/2021 que revelou diminuição dos níveis de turbidez, destacando-se dos demais resultados mensais (Tabela 8).

Já na Propriedade 3 houve diferença significativa entre os resultados mensais, com exceção da amostra do mês de junho e do mês de agosto/2021 (Tabela 8).

Tabela 8 - Valores médios obtidos para turbidez (uT) durante o período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	0,13±0,02 ^{ab}	0,11±0,02 ^b	0,44±0,02 ^a	90,00
Junho/2021	0,04±0,00 ^a	0,04±0,00 ^{cb}	0,04±0,00 ^c	217,00
Julho/2021	0,09±0,00 ^a	0,91±0,01 ^a	0,12±0,01 ^b	49,00
Agosto/2021	0,05±0,00 ^a	0,08±0,01 ^b	0,04±0,00 ^c	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis ($P < 0,05$). Média ± Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Zerwes et al. (2015), em um estudo da análise de dez poços artesianos da zona rural do município de Imigrante no Vale do Taquari – RS, verificaram para a turbidez valores entre 0,02 a 11,69 uT. Segundo os autores, a determinação da turbidez da água é diretamente influenciada pela presença de material sólido em suspensão, o que afeta a transparência da mesma.

Scheffler et al. (2022), em estudos sobre a qualidade da água de dois poços subterrâneos em zonas rurais da região noroeste do Rio Grande do Sul, encontraram valores semelhantes ao presente estudo, com valores de turbidez que variaram de 0,07 a 0,09 uT.

A Portaria n°. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021, e a OMS (2017) estabelecem VMP para a variável turbidez de 5,0 uT. Sendo assim, os valores de turbidez obtidos neste estudo, nas amostras provindas das águas dos poços artesianos das três propriedades analisadas, apresentam-se em conformidade com a legislação vigente.

4.11. DUREZA TOTAL

Em termos da Propriedade 1 não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados obtidos para a dureza total nas amostras de água no decorrer do período de análise, com exceção dos resultados das amostras coletadas no mês de junho/2021, que apresentaram um aumento considerável nos valores correspondentes às estimativas de dureza total (Tabela 9). Esta referida ocorrência pode estar relacionada ao fato de que especificamente no mês junho houveram maiores índices de precipitação pluviométrica do que nos demais meses.

Na Propriedade 2 houve diferença significativa entre os resultados de dureza total nas amostras de água coletadas nos meses de estudo, com ressalva às amostras dos meses de maio e junho/2021, que não apresentaram resultados diferentes entre si (Tabela 9). Já na Propriedade 3 houve diferença significativa entre todos os resultados estimados para dureza total no período de estudo (Tabela 9).

Neste trabalho, os valores encontrados para dureza total ficaram entre 0,94 a 82,72 mg/L CaCO₃, sendo que os maiores valores obtidos para esta variável foram amostrados na Propriedade 3.

Tabela 9 - Valores médios obtidos para dureza total (mg/L CaCO₃) durante o período de estudo.

Meses	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3	Precipitação acumulada (mm)*
Maio/2021	8,46±0,54 ^b	3,29±0,27 ^c	82,72±0,54 ^a	90,00
Junho/2021	20,68±1,09 ^a	0,94±0,00 ^c	21,15±0,27 ^c	217,00
Julho/2021	10,65±0,63 ^b	30,08±1,06 ^a	43,24±0,00 ^b	49,00
Agosto/2021	9,40±0,00 ^b	9,40±0,00 ^b	9,40±0,00 ^d	61,00

Letras iguais minúsculas (coluna) indicam que não existe diferença significativa entre os meses estudados, pelo teste de Tukey ou teste de Kruskal-Wallis (P<0,05). Média ± Erro Padrão; *Construído a partir de informações disponibilizadas pela EMATER (2021). Fonte: Autora (2022).

Eckhardt et al. (2009), em análises acerca da avaliação da potabilidade da água no município de Lajeado - RS, obteve resultados para dureza total que variaram de 6,45 a 217 mg/L CaCO₃. Scheffler et al. (2022), em estudos sobre a qualidade da água de dois poços subterrâneos em zonas rurais da região noroeste do Rio Grande do Sul, encontraram valores semelhantes ao presente estudo, com valores de dureza total que variaram de 75 a 88 mg/L CaCO₃.

Conforme Richter e Netto (1991), águas que apresentam valores de 50 a 150 mg/L CaCO₃ são consideradas de dureza moderada, logo, as águas subterrâneas de todas as propriedades rurais estudadas neste trabalho podem ser enquadradas nessa categoria.

Vilhena (2017) menciona que valores estimados para a dureza total da água que sejam superiores a 50 mg/L causam uma série de inconvenientes, como incrustação, corrosão, entupimento de canos, chuveiros e torneiras. Motivos esses advindos da precipitação de sais de cálcio e magnésio, principalmente em águas quentes.

Brasil (2021) define o , que o VMP para essa variável ua é de 300 mg/L, já a OMS (2017) estabelece que o VMP desta mesma variável é de 500 mg/L. Deste modo, os valores obtidos nas amostras de água para avaliação de dureza total neste presente estudo estão em conformidade com estas legislações.

4.12. COLIFORMES TOTAIS E *ESCHERICHIA COLI*

Nas amostras de água coletadas na Propriedade 1 não houveram resultados positivos para coliformes totais e *E. coli* (Tabela 10), portanto, a água do poço artesiano da Propriedade 1 está de acordo com a Portaria n°. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021, e a OMS (2017), que estabelecem que em água para consumo deve haver ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de amostra de água.

Nas amostras de água coletadas no poço artesiano da Propriedade 2, no mês de maio/2021, foram detectados resultados positivos para coliformes totais e *E. coli*. Nas amostras do mês de junho/2021 houveram resultados positivos apenas para coliformes totais. Nas amostras dos demais meses estudados não houve incidência desses microrganismos (Tabela 10). Portanto, de acordo com Portaria n°. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021, e pela OMS (2017), a água do poço artesiano da Propriedade 2 encontra-se em desacordo com as legislações vigentes.

Já na Propriedade 3, nas análises das amostras de água coletadas nos meses de maio e junho/2021, houveram resultados positivos apenas para coliformes totais, e nas amostras obtidas nos demais meses não houveram incidências (Tabela 10) de tais organismos indicadores de contaminação. Logo, a água presente no poço artesiano da Propriedade 3 encontra-se em desacordo com as legislações.

Tabela 10 - Quantificação de coliformes totais (NMP/100 mL) e *Escherichia coli* (NMP/100 mL).

Meses	Propriedade 1		Propriedade 2		Propriedade 3	
	Coliformes	<i>E. coli</i>	Coliformes	<i>E. coli</i>	Coliformes	<i>E. coli</i>
Maio/2021	<2	<2	2	2	4	<2
Junho/2021	<2	<2	2	<2	50	<2
Julho/2021	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Agosto/2021	<2	<2	<2	<2	<2	<2

Fonte: Autora (2022).

Santos e Mohr (2013) mencionam que por exigência legal, no Brasil, as águas naturais para consumo humano não devem apresentar qualquer risco à saúde humana. Logo, a água deverá apresentar ausência de microrganismos patogênicos, especificamente coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. E por se tratar de amostras únicas, coliformes totais não são tolerados.

Thomas et al. (2016), em seus estudos acerca da avaliação da contaminação da água e do solo por coliformes em áreas de aplicação de dejetos líquidos de suínos, no município de Três Passos/RS, mencionam que um dos fatores que corroboraram com a presença de coliformes nas amostras do estudo feito por eles foi a alta intensidade de chuvas durante o período amostral.

Vale mencionar que, nas Propriedades 2 e 3 são exercidas atividades de suinocultura, logo, consegue-se perceber que a presença de coliformes totais e *E. coli* tornou-se evidente nos meses em que ocorreram maiores índices de precipitação pluviométrica (maio e junho/2021), podendo esse evento ser uma possível explicação para a presença desses microrganismos nas amostras coletadas.

Lemos, Ferreira Neto e Dias (2010) também enfatizam em um estudo relacionado à sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água, que os coliformes totais podem não ser indicadores de contaminação fecal ou de enteropatógenos, visto que a maioria desses microrganismos pode estar naturalmente presente no solo ou vegetais em decomposição. Podendo essa ser também uma explicação para a presença de coliformes totais nas amostras de água da Propriedade 3, visto que próximo à superfície do poço de captação de água (durante o período amostral) havia uma grande quantidade de folhas em decomposição (Figura 10), e por não apresentar qualquer tipo de proteção ao entorno do poço isso pode ter corroborado com os resultados encontrados em termos da presença de coliformes totais nas amostras de água daquela propriedade.

Schneider, Nadvorny e Schmidt (2009) mencionam que as atividades agrícolas voltadas à produção animal tem sido uma das maiores fontes de poluição fecal em águas subterrâneas. E entre os coliformes, a contagem de *Escherichia coli* é apontada como uma das melhores técnicas para estimar o grau de poluição fecal.

No presente estudo apenas na Propriedade 2 foram obtidos resultados positivo para *E. coli*, nas amostras de água coletadas no mês de junho/2021, em cujo mês também ocorreu os maiores índices de precipitação pluviométrica.

Schneider (2019), em avaliações da qualidade da água para consumo humano em poços artesianos localizados no município de Taquaruçu do Sul/RS, obteve valores positivos encontrados para *E. coli* nas águas das três propriedades em que realizou seu estudo, sendo estes resultados evidenciados no mês em que ocorreu a maior precipitação pluviométrica (479 mm) do período de coletas.

No estudo de Bortoloti et al. (2018), os autores também encontraram, para um ponto de coleta situado na zona rural de Itajubá/MG, valores positivos superiores para *E. coli* justamente na época mais chuvosa.

4.13. ANÁLISE MACROSCÓPICA

A análise macroscópica realizada no entorno dos poços das três propriedades rurais estudadas e classificadas quanto ao grau de preservação dos mesmos (poços artesianos) estão apresentadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Pontuação quanto à análise macroscópica realizada em cada propriedade durante a campanha amostral.

(continua)

Análise das Variáveis Macroscópicas	Propriedade 1	Propriedade 2	Propriedade 3
Cor da água	3	3	3
Odor	3	3	3
Lixo ao redor	3	2	2
Materiais Flutuantes	3	3	3
Espumas	3	3	3
Óleos	3	3	3
Esgoto Doméstico	3	3	3
Vegetação (preservação)	1	2	1
Uso por animais	3	3	3
Uso por humanos	1	1	1

			(conclusão)
Proteção do local (cercado)	1	2 (CA)	1
Prox. de residências	1	1	1
Tipo de área de inserção	2	2	2
Total	30	31	29
Classe	D	C	D
Grau de Preservação	Ruim	Razoável	Ruim

Fonte: Autora (2022).

As três propriedades rurais estudadas, ao longo da campanha amostral, apresentaram uma coloração da água clarificada, não sendo constatados odores, materiais flutuantes, espumas, óleos e nem esgotos (Quadro 5).

A Propriedade 1 foi classificada como ruim (D) quanto ao grau de preservação do local de amostragem, pois foi verificado que ao redor do poço artesiano (157 metros de profundidade) não havia vegetação (alta degradação) e nem proteção ao seu entorno. Ressalta-se que o poço se situa próximo à residência existente na propriedade, com menos de 50 metros de distância.

A Propriedade 2 foi classificada como razoável (C) quanto ao seu grau de preservação, pois foi verificada a existência de resíduos gerados pela atividade de suinocultura que é exercida nas proximidades do poço artesiano (180 metros de profundidade), com menos de 5 metros de distância entre o local de geração de resíduos e o poço. Todavia, o poço está contornado por uma base de concreto e também por um cercado de madeira. Vale mencionar que a instalação do poço se situa próximo à residência localizada na propriedade, com menos de 50 metros de distância.

Já a Propriedade 3 foi classificada como ruim (D), pois foi observado que o poço artesiano (287 metros de profundidade) não apresenta qualquer tipo de proteção ao seu entorno, estando suscetível a qualquer evento de natureza antrópica ou influência provinda de animais. Ainda, ao redor do poço existe uma grande quantidade de material vegetal em decomposição. Vale mencionar também que, a poço também se situa próximo ao local de residência da propriedade, com menos de 50 metros de distância.

Gomes, Melo e Vale (2005) após realizarem a quantificação da análise macroscópica em nascentes de Uberlândia/MG, averiguaram que quanto maior a proximidade dos poços com residências e a ausência da proteção da área, maior são os impactos ambientais ocasionados. Pois se há presença humana, maiores são as chances de ocorrer algum tipo de contaminação por resíduos domésticos (efluentes e resíduos sólidos), alteração da vegetação natural, além da

ocupação da área por animais de sangue quente, podendo levar a contaminação da água por organismos patogênicos.

Nota-se, portanto, que a análise macroscópica tem relação direta com as demais variáveis físicas, químicas e biológicas analisadas no presente estudo, pois o estado de conservação e localização de cada poço impacta nos resultados obtidos para tais variáveis.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o período amostral do monitoramento da qualidade das águas coletadas nos poços tubulares das três propriedades rurais estudadas, foi possível constatar que as variáveis turbidez, nitrito, fluoreto, dureza total e cor aparente se encontraram de acordo com a legislação vigente.

As variáveis alcalinidade total e condutividade elétrica monitoradas durante os meses estudados não apresentaram valores máximos permitidos mencionados nas legislações vigentes. Entretanto, os valores de ambas se mostraram condizentes com os divulgados em outras literaturas da mesma área.

Já a variável ferro total apresentou concentrações em desconformidade com as legislações vigentes (BRASIL, 2021; OMS, 2017). E em termos da variável pH, em determinados momentos, apenas as amostras de água providas da Propriedade 1 apresentaram resultados altos, chegando aos valores máximos estabelecidos pela Portaria nº. 888 MS/GM, de 04 de maio de 2021.

Apenas as amostras de água dos poços das Propriedades 2 e 3 apresentaram, em alguns momentos, contaminação por coliformes totais e *Escherichia coli*, sendo estes resultados diretamente relacionados à precipitação pluviométrica, visto que apenas nos meses em que houve os maiores índices de chuva (maio e junho/2021) é que foi detectada a presença desses microrganismos nas amostras de água coletadas para este estudo. Vale salientar que a presença destas bactérias torna a água imprópria para o consumo humano, logo, se faz necessário realizar a desinfecção das águas através de um sistema de cloração.

A análise macroscópica realizada nos poços das três propriedades rurais estudadas, com o intuito averiguar o índice de impacto ambiental, retratou para as Propriedades 1 e 3 uma classificação ruim (D) e para a Propriedade 2 uma classificação razoável (C). Logo, para melhorar o grau de preservação no entorno dos poços estudados, sugere-se que haja uma maior proteção do local através de cercados e bases concretadas ao redor dos poços, a fim de diminuir os impactos causados por agentes externos, sejam eles climáticos ou antrópicos.

Por fim, após a realização das coletas de amostras de água nos poços, análises físico-químicas e microbiológicas e processamento de dados, retornou-se às três propriedades rurais do município de São José do Inhacorá/RS, no intuito de apresentar os resultados obtidos no presente estudo para os respectivos proprietários e orientá-los acerca da qualidade atual da água utilizada para consumo humano em suas propriedades.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9898/1987**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. [s.l: s.n]. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-9.898-Coleta-de-Amostras.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022.
- ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 160-165, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/p6Y6yDNxP9pr7KcxzHGyy5D/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- AMARAL, L. A.; FILHO, A. N.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, p 510-514, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/Gf5rNkVxPCSQYSXxHGykMFB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 jun. 2022.
- ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 496-504, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/dv9MXLqRWWMVVQ788YFG4vw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 jul. 2022.
- APHA. AMERICAN PUBLIC HEALT ASSOCIATION. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington, EUA. 2012.
- BACK, Á. J. **Bacias Hidrográficas: Classificação e caracterização física (com o programa HidroBacias para cálculos)**. 1 ed. Florianópolis: Epagri, 2014, 162p.
- BARBOSA, L. S. (2021). Avaliação da qualidade de água do sistema Aquífero Serra Geral por meio do IQASB adaptado no município de Chapecó-SC.
- BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde Pública**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 170-177, fev. 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/KRGj4FpbpkCpYHxqdy6fcdG/?format=pdf&lang=pt>Acesso em: 13 maio 2022.
- BASTOS, R. K., BEZERRA, N. R., BEVILACQUA, P. D. Planos de Segurança da Água: Novos Paradigmas em Controle de Qualidade da Água para Consumo Humano em Nítida Consonância com a Legislação Brasileira. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Belo Horizonte, p. 391, 2007.
- BIGUELINI, C. P.; GUMY, M. P. Saúde Ambiental: Índices de Nitrato em Águas Subterrâneas de Poços Profundos na Região Sudoeste do Paraná. **Revista Faz Ciência**, [S. l.], v. 14, n. 20, p. 153, 2000. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/8724>. Acesso em: 08 jul. 2022.

BORTOLOTTI, K. C. S. et al. Qualidade microbiológica de águas naturais quanto ao perfil de resistência de bactérias heterotróficas a antimicrobianos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [s.l.], v. 23, n. 4, p.717-725, 28 jun. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/z85TnHCTYRHJD6pKDNNkj8H/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2022.

BRASIL. Decreto Nº 79.367 de 09 de março de 1977. Dispõe sobre normas e padrão de potabilidade de água e da outras providências. **Ministério da Saúde**, 1977. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d79367.htm. Acesso em: 19 de jan. 2022.

BRASIL. Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Ministério da Saúde**, 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 19 jan. 2022.

BRASIL. Portaria Nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000. Controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: **Fundação Nacional de Saúde**. 2001. 32 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf. Acesso em: 07 jun. 2022.

CABRAL, J. P. S. Water Microbiology. Bacterial Pathogens and Water. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 7, n. 10, p. 3657-3703, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2996186/pdf/ijerph-07-03657.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2022.

CESA, M. V.; DUARTE, G. M. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Geosul**, [S.L.], p. 63-78, 2010. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2010v25n49p63>. Acesso em: 13 maio 2022.

CETESB. **Poluição das águas subterrâneas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 12 jun. 2022.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências Ambientais**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015. 336 p.

CONBOY, M.J; GOSS, M.J. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. **Journal Of Contaminant Hydrology**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 1-24, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016977229900100X>. Acesso em: 07 jun. 2022.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MUNICÍPIO DE IBIPORÃ-PR. **Revistas de Estudos Ambientais**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 39-48, 2012. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/2926/2074>. Acesso em: 29 jun. 2022.

CORTECCI, G. Bologna: Università degli Studi di Bologna - Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientale. **Geologia e saúde**, p. 1-30, 2004. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/geosaude.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

DIAS, C.; SILVA, M. F.; CASARINI, D. P.; LEMOS, M. M. CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA E QUALIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI EM POÇOS TUBULARES PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], n. 1, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22334>. Acesso em: 4 jul. 2022.

ECKHARDT, R. R.; DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; STROHSCHOEN, E.; DEMAMAN, L. C. Mapeamento e avaliação da potabilidade da água subterrânea do município de Lajeado, RS, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v. 4, n. 1, p. 58-80, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/928/92811713006.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355 p. Disponível em: <file:///E:/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2022.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. Arquivos digitais para uso em SIG - base cartográfica digital do RS 1:250.000. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp Acesso em: 31 de mai. de 2022.

FERNANDES, N. L.; BARRETO, N. M. B.; MACHADO, A. C.; ROCHA, G. P. Estudo comparativo entre metodologias utilizadas para determinação de dureza total em matrizes aquosas. In: **Congresso Qualidade em Metrologia e Saneamento e Abastecimento de Água**. v. 14. 2014. Disponível em: <http://www.resag.org.br/congressoresagenqualab2014/anais/trabalhos/fernandesn.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies**. Washington: Groundwater Management Advisory GW.MATE WB, 2002. 114p.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: Um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. 2006. 144 p.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 993-1004, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/WW5yn576ZGbM3FQNDWYKFKB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GASTMANS, D.; MENEGÁRIO, A. A.; MOURA, C. C. Hidrogeoquímica das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral na porção centro sul do Estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, Rio Claro, v. 27, n. 3, p. 27-44, 2013. Disponível em: <file:///E:/27391-Texto%20do%20artigo-100931-2-10-20131112.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

GOMES, C. N. **Avaliação da potabilidade da água em poços utilizados para consumo do município de Pinheirinho do Vale - RS.** 2019. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS. 2019.

GOMES, P. M.; MELO, C.; VALE, V. S. Avaliação dos Impactos Ambientais em Nascentes a cidade de Uberlândia-MG: Análise Macroscópica. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103-120, 28 abr. 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321327186009>>. Acesso em: 26 maio 2022.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG. 2010. 418 p

KARLINSKI, T. L. **Avaliação de parâmetros físicos, químicos e biológicos em água subterrânea de abastecimento individual no município de Três de Maio–RS.** 2017. 54 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS. 2017.

LEITE, C. M. D. C., Wendland, E., & Gastmans, D. (2021). Caracterização hidrogeoquímica de águas subterrâneas utilizadas para abastecimento público na porção nordeste do Sistema Aquífero Guarani. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 26, 29-43.

LEMO, M.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S. Sazonalidade e variabilidade espacial da qualidade da água na Lagoa do Apodi, RN. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 155-164, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/zC6r8F9dpxVdtYzCYxBNk8k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2022.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos da qualidade e tratamento de água.** 3 ed. Campinas – SP: Editora Átomo, 2010. 496p.

LISBOA, N. A.; REGINATO, P. A. R. (2021). Avaliação de locais para perfuração de poços tubulares no Sistema Aquífero Serra Geral no estado do Rio Grande do Sul por meio da análise dos fatores condicionantes e uso de técnicas de sensoria-mento remoto. *Águas Subterrâneas*, 35(1).

LÖBLER, C. A.; BORBA, W. F. de; SILVA, J. L. S. Relação entre a pluviometria e a condutividade elétrica em Zona de Afloramento do sistema Aquífero Guarani. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, p.115-121, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/304198908_RELACAO_ENTRE_A_PLUVIOMETRIA_E_A_CONDUCTIVIDADE_ELETRICA_EM_ZONA_DE_AFLORAMENTO_DO_SISTEMA_AQUIFERO_GUARANI>. Acesso em: 23 jun. 2022.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. de. Hidroquímica do Aquífero Serra Geral no Oeste de Santa Catarina. **Águas Subterrâneas**, Santa Catarina, p.1-13, 2000. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23763/15830>>. Acesso em: 08 jul. 2022.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. de. **Mapa hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul.** 2005. Disponível em: <www.cprm.gov.br>. Acesso em: 29 jun. 2022.

MARION, F. A.; CAPOANE, V.; SILVA, J. L. S. Avaliação da qualidade da água subterrânea em poço no campus da UFSM, Santa Maria – RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, [S. l.], v. 29, n. 1, pág. 97-109, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/9761>>. Acesso em: 04 jul. 2022.

MENEGAZZO, K. **Avaliação de variáveis físicas, químicas e biológicas de água para consumo humano em poços de Palmeira das Missões-RS**. 2019. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS. 2019.

NAIME, R.; FAGUNDES, R. S. Controle da Qualidade da Água do Arroio Portão. **Pesquisas em Geociências**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 27, 2005. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/19535>>. Acesso em: 29 jun. 2022.

NETO, M. L. Q. et al. **Análise da qualidade da água subterrânea utilizada no abastecimento urbano: um estudo de caso em poços tubulares no município de São Rafael/RN**. 2016. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/VIII-061.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2022.

PHILLIPPI JR, A.; MARTINS, G. Águas de abastecimento. In: PHILLIPPI JR, A. **Saneamento, Saúde e Ambiente**. 1 ed. Barueri: Manole, 2005. 842p. cap.5.

PICANÇO, F. E. L.; LOPES, E. C. S.; SOUZA, E. L. de. FATORES RESPONSÁVEIS PELA OCORRÊNCIA DE FERRO EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM/PA. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], n. 1, 2002. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/view/22823>. Acesso em: 8 jul. 2022.

PIEDADE, A. L. F.; ROSA, J. C. S. Os perigos da alta concentração de nitrato (NO₃-) na água para a saúde humana. **ACQUA EXPERT Engenharia Ambiental**, 2017. Disponível em: <<https://acquaexpert.com.br>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico de São José do Inhacorá**. 2017. 41 p.

QUEIROZ, D. M. **Avaliação de parâmetros de qualidade de água em poços de abastecimento em Seberi-RS**. 2018. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS. 2018.

REBOUÇAS, A. C. Importância da água subterrânea. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM/LABHIDRO, 2008. 812p. cap.1.2.

REGINATO, P. A. R. et al. Análise da influência de fraturas, da precipitação e da produção de poços no pH e na condutividade elétrica (CE) das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 48, p. 1-14, 2021. Disponível em:

<https://www.seer.ufrgs.br/index.php/PesquisasemGeociencias/article/view/103908/pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

REGINATO, P. A. R.; STRIEDER, A. J. Condicionantes Geológicas da Ocorrência de Ferro e Manganês em Aquíferos Fraturados da Formação Serra Geral. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], n. 1, 2007. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22165>. Acesso em: 08 jul. 2022.

ROCHA, Júlio César; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154 p.

SANTOS, A. C. Qualidade das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; FEITOSA, E. C.; DEMETRIO, J. G. A. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM/LABHIDRO, 2008. 812p. cap.5.1.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. **Revista Contexto e Saúde**, Ijuí, v. 13, n. 24/25, p. 46 – 53, 2013. Disponível em:

<<https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/2877>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SCHEFFLER, J. et al. Qualidade das águas subterrâneas de consumo humano em comunidades rurais no noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 72-92, 2022. Disponível em:

https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/10062/6001>. Acesso em: 23 jun. 2022.

SCHEIBE, L. F.; HIRATA, R. C. A. O CONTEXTO TECTÔNICO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS GUARANI E SERRA GERAL EM SANTA CATARINA: UMA REVISÃO. **Águas Subterrâneas**, 2008. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23794>. Acesso em: 29 jun. 2022.

SCHNEIDER, S. I. **Avaliação da potabilidade da água de consumo humano de propriedades rurais do município de Taquaruçu do Sul-RS**. 2019. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS. 2019.

SHAMMAS, N. K.; WANG, L. K. **Abastecimento de Água e Remoção de Resíduos**. 3 ed. Editora LTC: Grupo GEN, 2013.

SHINZATO, M. C.; EZAKI, S.; SARAIVA, I. C. G.; GIRARDI, G. B., Métodos de remoção de íons fluoreto em água. **Revista do Instituto Geológico**. Sociedade Brasileira de Geologia, v. 39 n. 2, 2018. Disponível em: <<https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/595>>.

Acesso em: 10 jun. 2022.

SILVA, A. C. et al. Análise da alcalinidade das águas subterrâneas utilizadas no IFC - Campus Camboriú. In: V FICE - Feira de Iniciação Científica e Extensão, 2014, Camboriú/SC. **Anais V FICE**. Camboriú/SC: V FICE, 2014. Disponível em:

<http://www.camboriu.ifc.edu.br/vfice2014/anais/uploads/trab11.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2022.

SILVA, A. S. **Qualidade de água de abastecimento na zona rural de Santa Rita – PB e propostas de melhoria**. 2019. 103f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

SILVA, D. D. et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do bairro pedra noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 43-52, mar. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/b5t5hKm7Qt5sXbnkVKrmvGw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 08 jul. 2022.

SILVEIRA, L. M. **Estudo sobre a Ocorrência de Arsênio nas Águas Subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral, no Município de Cerro Largo – RS**. 2019. 107 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. 2019.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa, 2004. 29p.

STUKEL, T. A.; GREENBERG, E. R.; DAIN, B. J.; REED, F. C.; JACOBS, N. J. A Longitudinal Study of Rainfall and Coliform Contamination in Small Community Drinking Water Supplies. **Environmental Science & Technology**, [S.L.], v. 24, n. 4, p. 571-575, 1990. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es00074a610>>. Acesso em: 07 jun. 2022.

THOMAS, V. et al. Avaliação da Contaminação da Água e do Solo por Coliformes em Área Adjacente a Aplicação de Dejeito Líquido de Suínos (DLS) no Município de Três Passos/RS. **Salão do Conhecimento**, 2016. Disponível em: file:///E:/6586-Texto%20do%20artigo-28682-1-10-20160916.pdf. Acesso em: 10 jul. 2022.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 3 ed. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Editora ABES, 2006. 644p.

VIGOLO, M.; BREDÁ, B.; BORTOLIN, T. A. Estudo fisiográfico da sub-bacia pertencente à bacia do Rio Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, Rio Grande do Sul. **Acta Brasiliensis**, Caxias do Sul, v. 3, n. 2, p. 63-68, 2019. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/187/65>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

VILHENA, J. L. Grupo Hídrica. **Dureza da água: O que é e como ela influencia na qualidade**. 2017. Disponível em: <https://grupohidrica.com.br/dureza-da-agua/>. Acesso em: 10 jul. 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 470p.

ZERWES, C. M. et al. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p.651-663, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/17385/pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2022.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA EM
FREDERICO WESTPHALEN
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TERMO DE ACEITAÇÃO

Eu, Ingrid Daniela Pacheco Batista, acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen, venho por meio deste, solicitar sua autorização para realizar coletas de amostra de água em sua propriedade, com o intuito de avaliar as propriedades físicas, químicas e biológicas da mesma, para compor o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

O Senhor(a) aceita?
() **Sim** () **Não**

Assinatura do Proprietário

Assinatura da Discente

Frederico Westphalen, RS
2021.