

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

Vanessa Facó Tarone

**AVALIAÇÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE POÇOS  
RASOS PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE  
JABOTICABA/RS**

Frederico Westphalen, RS,

2021

**Vanessa Facó Tarone**

**AVALIAÇÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS PARA  
CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE JABOTICABA/RS**

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

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

Frederico Westphalen, RS,  
2021

**Vanessa Facó Tarone**

**AVALIAÇÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS PARA  
CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE JABOTICABA/RS**

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

**Aprovado em 16 de agosto de 2021:**

---

**Jaqueline Ineu Golombieski, Dr<sup>a</sup>. (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora)

---

**Raphael Corrêa Medeiros, Dr. (UFSM)**

---

**Silvana Isabel Schneider, Eng. Sanitarista e Ambiental (UFSM)**

## DEDICATÓRIA

*À minha mãe Neli Facco Tarone por ter sido meu suporte no decorrer da graduação, pelo incentivo nos momentos de desânimo, por me encorajar quando eu me senti incapaz, por me ouvir, aconselhar, me animar, motivar e por acreditar em mim, a senhora é a Luz da minha vida. Dedico também a minha família, meu pai Nelson Tarone, meus irmãos Joelso, Jair e Fabieli por todo apoio e incentivo e aos meus sobrinhos(as) e cunhado(a), vocês todos são a base fundamental da minha vida, amo vocês!*

## AGRADECIMENTOS

*Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado saúde e determinação para a construção desse trabalho em meio a um ano tão turbulento e agradeço por ser meu guia em todas as fases da minha vida.*

*Agradeço imensamente aos meus pais Neli Facco Tarone e Nelson Tarone por me incentivarem a apoiar a iniciar a graduação, por nunca me deixarem desistir dos meus sonhos e pela ajuda na realização deste. Sem o amor e o apoio de vocês nada disso seria possível.*

*Aos meus irmãos Joelso Facco Tarone, Jair Facco Tarone e Fabieli Facco Tarone, pelo incentivo, companheirismo, amor e alegria que me transmitem, isso é fundamental para mim. Ao meu irmão Joelso e minha cunhada Eliane por terem me acolhido em sua casa em Frederico durante três anos, gratidão por esse tempo de convívio onde compartilhamos inúmeros momentos importantes dessa trajetória.*

*À toda minha família que está presente nos meus dias, e mora no meu coração!*

*Agradeço a minha amiga e colega Keli Hofstatter, que foi um presente que a UFSM me deu, minha eterna gratidão por tudo que compartilhamos, contigo eu aprendi a nunca desistir, contudo tem uma solução, pelas inúmeras vezes que ajudou nos trabalhos, no TCC, por mostrar luz no fim do túnel e me fazer acreditar que daria certo e por ser o consolo quando não deu certo. Que a nossa amizade permaneça para sempre!*

*Às minhas “bixos” que viraram minhas amigas, as quais são muito especiais para mim e cada uma tem um cantinho especial no meu coração e foi conexão desde o início, Fernanda Moraes, Marieli Barbosa, Victória Moreira e Thais Stein, eu amo vocês e a alegria absurda que me proporcionam.*

*À ONG Engenheiros Sem Fronteiras, onde eu tive a oportunidade de conhecer e trabalhar com pessoas sensacionais e que contribuíram para a minha evolução pessoal e profissional.*

*Ao Grupo de Monitoramento Ambiental do CNPq, mais conhecido como “Grupo de Jaque” pela ajuda na realização das análises de laboratório, pelo convívio e amizades lindas que construí com pessoas que conheci através deste.*

*Agradeço em especial a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Jaqueline Ineu Golombieski pelas palavras de motivação que me fizeram permanecer nessa caminhada e que me acolheu desde o início da graduação, ouviu e aconselhou em momentos de alegrias e tristezas, a minha gratidão pela pessoa motivadora que és, também pelo carinho, cuidado e atenção que tens comigo dentro e fora da UFSM.*

*Agradeço à Engenheira Ambiental e Sanitarista e amiga Silvana Isabel Schneider pela ajuda durante a realização das análises e todo o auxílio na elaboração do meu Trabalho de Conclusão de Curso.*

*Agradeço à ex servidora da UFSM a Química Fernanda Volpatto pelo auxílio prestado antes durante a realização das análises, por todo o conhecimento transmitido e tudo o que me ensinou no laboratório. És uma profissional admirável.*

*Agradeço aos Proprietários Rurais do município de Jaboticaba por permitirem a realização deste estudo em suas propriedades.*

*À todos os professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária por contribuírem na minha formação acadêmica.*

*Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria Campus Frederico Westphalen pelo ensinogratis e de qualidade.*

*E por fim, a todas as pessoas que passaram pela minha vida nesses últimos cinco anos, as que foram e as que permanecem pois com cada uma eu aprendi algo.*

## EPÍGRAFE

*“Nós somos feitos de tudo que existe no universo. Se não cuidarmos de tudo, não estamos cuidando de nós. Quando nós nos engajamos em ações sociais, de cuidar daquelas que precisam sem a intenção de estar sendo bonzinho, mas percebendo que o outro sou eu, que todos os outros que nos encontramos são aspectos de mim mesmo, é que a minha doação é livre e solta de intenções. Ela se torna uma ação efetiva de transformação”*

*Monja Coen*

## RESUMO

### AValiação de Potabilidade da Água de Poços Rasos para Consumo Humano no Município de Jaboticaba/RS

AUTOR: Vanessa Facó Tarone  
ORIENTADOR: Jaqueline Ineu  
Golombieski

A água é de fundamental importância para a biodiversidade e desenvolvimento das atividades antrópicas para manutenção da vida. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a potabilidade da água de poços rasos para consumo humano no município de Jaboticaba/RS. Foram realizadas análises químicas, físicas e biológicas em quatro propriedades rurais coletadas no poço e na torneira em 2019. Os resultados obtidos foram comparados com a Portaria do GM/MS nº 888 de 2021 e a Organização Mundial da Saúde de 2017. As variáveis físicas e químicas turbidez, nitrito, fluor, dureza total e pH encontram-se em acordo com a legislação brasileira e mundial. Já em relação as variáveis cor aparente, ferro total e variáveis biológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*), estas estão em desconformidade com as legislações, o que pode estar associado com a alta precipitação pluviométrica ocorrida no período amostral. A análise macroscópica foi realizada no entorno dos poços rasos de todas as propriedades rurais e classificadas de acordo com o seu grau de preservação. A propriedade 1 foi classificada como Boa, a propriedade 2 como Ruim, a propriedade 3 como Razoável e a propriedade 4 como Ótima. Desta forma, conclui-se que as águas analisadas encontram-se impróprias para o consumo humano. Portanto, para que possam ser consumidas de forma segura e com qualidade garantida, sugere-se que seja realizada a desinfecção por meio de cloração, a proteção e cobertura dos poços rasos, bem como a preservação no entorno das nascentes, que influenciam positivamente na melhora da qualidade da água.

**Palavras-Chave:** Poços Rasos. Preservação das Nascentes. Propriedades Rurais. Qualidade da Água.



## ABSTRACT

### EVALUATION OF WATER POTABILITY OF SHALLOW WELLS FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE MUNICIPALITY OF JABOTICABA/RS

AUTHOR: Vanessa Facó Tarone

ADVISOR: Jaqueline Ineu  
Golombieski

Water is of fundamental importance for biodiversity and the development of human activities for the maintenance of life. This study aimed to evaluate the potability of water from shallow wells for human consumption in the municipality of Jaboticaba/RS. Chemical, physical and biological analyzes of water were carried out in four rural properties collected from the well and tap in 2019. The results obtained, were compared with the Ordinance GM/MS No. 888 of 2021 and the World Health Organization of 2017. The physical and chemical variables turbidity, nitrite, fluoride, total hardness and pH are found in according to Brazilian and world legislation. Regarding the apparent color, total iron and biological variables (total coliforms and *Escherichia coli*), these are not in compliance with legislation, which may be associated with the high rainfall occurred in the sample period. The macroscopic analysis was carried out around the shallow wells of all rural properties and classified according to their degree of preservation. Property 1 was rated Good, property 2 Poor, property 3 Fair, and property 4 Great. Thus, it is concluded that the analyzed waters are unfit for human consumption. Therefore, so that they can be consumed safely and with guaranteed quality, it is suggested that disinfection be carried out through chlorination, the protection and coverage of shallow wells, as well as the preservation around the springs positively that influence the improvement of water quality.

**Keywords:** Rural properties. Shallow wells. Springs Preservation. Water quality.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1 OBJETIVOS.....  | 13        |
| <b>1.1.1 Objetivo Geral .....</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>1.1.2 Objetivo específicos.....</b>                              | <b>13</b> |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                               | <b>14</b> |
| 2.1 ÁGUA .....  | 14        |
| 2.2 PROTEÇÃO DAS NASCENTES LIGADAS À QUALIDADE DA ÁGUA.....         | 14        |
| 2.3 POÇOS RASOS .....   | 15        |
| 2.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E MUNDIAL À POTABILIDADE DA ÁGUA.....     | 16        |
| 2.5 VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA.....                             | 16        |
| <b>2.5.1 Variáveis físicas .....</b>                                | <b>16</b> |
| 2.5.1.1 <i>Temperatura</i> .....                                    | 16        |
| 2.5.1.2 <i>Turbidez</i> .....                                       | 17        |
| 2.5.1.3 <i>Condutividade Elétrica</i> .....                         | 17        |
| 2.5.1.4 <i>Cor aparente e cor verdadeira</i> .....                  | 17        |
| <b>2.5.2 Variáveis químicas .....</b>                               | <b>17</b> |
| 2.5.2.1 <i>Nitrito</i> .....  | 17        |
| 2.5.2.2 <i>Fluoreto</i> .....                                       | 18        |
| 2.5.2.3 <i>Ferro Total</i> .....                                    | 18        |
| 2.5.2.4 <i>Dureza total</i> .....                                   | 18        |
| 2.5.2.4 <i>Alcalinidade Total</i> .....                             | 19        |
| 2.5.2.5 <i>Potencial Hidrogeniônico - pH</i> .....                  | 19        |
| <b>2.5.3 Variáveis microbiológicas.....</b>                         | <b>19</b> |
| 2.5.3.1 <i>Coliformes Totais e Escherichia coli (E. coli)</i> ..... | 19        |
| 2.6 ANÁLISE MACROSCÓPICA .....                                      | 20        |
| <b>3. METODOLOGIA .....</b>   | <b>22</b> |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDO .....  | 22        |
| 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE ESTUDO.....                        | 23        |
| 3.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA.....                                | 26        |
| 3.5 ANÁLISE MACROSCÓPICA .....                                      | 28        |
| 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....  | 29        |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                              | <b>30</b> |
| 4.1 TEMPERATURA .....   | 30        |
| 4.2 TURBIDEZ .....  | 30        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 4.3       | CONDUTIVIDADE ELÉTRICA .....                                | 32        |
| 4.4       | COR APARENTE E COR VERDADEIRA .....                         | 33        |
| 4.5       | NITRITO .....   | 34        |
| 4.6       | FLUORETO .....  | 35        |
| 4.7       | FERRO TOTAL .....   | 36        |
| 4.8       | DUREZA TOTAL.....   | 37        |
| 4.9       | ALCALINIDADE TOTAL.....                                     | 38        |
| 4.10      | POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) .....                         | 39        |
| 4.11      | COLIFORMES TOTAIS E <i>ESCHERICHIA COLI (E. coli)</i> ..... | 40        |
| 4.12      | PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....                             | 42        |
| 4.13      | ANÁLISE MACROSCÓPICA .....                                  | 43        |
| <b>5.</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                           | <b>46</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                    | <b>47</b> |
|           | <b>APÊNDICE .....</b>                                       | <b>54</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

É imensurável a importância da água para que haja vida na terra, assim como para a manutenção e o equilíbrio dos ecossistemas. Esse recurso também é fundamental para o desenvolvimento de atividades de ação humana como: produção de alimentos, transporte, energia, lazer, bens de consumo, entre outros (LIMA, 2001).

Partindo do pressuposto de que a água é um recurso em abundância ilimitada e com capacidade interminável de renovação, este fato pode ter contribuído para o desleixo com a mesma. Entretanto, pouco tem se preocupado para essas questões de utilização irregular, as quais concentram um passivo ambiental inestimável (FOLETO, 2018).

A qualidade de água para consumo pode ser avaliada através de parâmetros que interpretam as suas características físicas, químicas e biológicas, tais parâmetros rotineiramente determinados em laboratórios de qualidade de água (VON SPERLING, 2014).

A legislação brasileira, através da Portaria do Gabinete do Ministro/ Ministério da Saúde (GM/MS) de 4 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”. A nível mundial a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelece critérios de qualidade da água para que ela seja potável e segura para o consumo associada como um fator de extrema importância para assegurar a saúde humana e o desenvolvimento.

Segundo Falavinha e Degenhardt (2014), barreiras físicas no entorno do poço ou nascente limitam o acesso de animais e a presença de vegetação também contribui significativamente e positivamente para a preservação destes, porém não limita o acesso de animais.

Devido à agricultura, na zona rural, a contaminação das águas ocorre principalmente em decorrência das chuvas, que propiciam o escoamento e transportam partículas que contém agroquímicos até os cursos hídricos (SEQUINATTO, 2006).

As principais fontes de consumo no meio rural são de águas provenientes de poços rasos ou nascentes (AMARAL et. al., 2003) e de acordo com Tucci (1997) nas áreas urbanas a distribuição de água potável ocorre pelo sistema público.

Assim, o presente estudo busca avaliar a qualidade da água, em propriedades rurais realizando ações de acesso à informação técnica a comunidade externa, solucionando possíveis problemas de poluição/contaminação e propiciando condições básicas de saúde pública.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a potabilidade da água de poços rasos para consumo humano em propriedades ruraisparticulares no município de Jaboticaba - RS.

### 1.1.2 Objetivo específicos

- Analisar a qualidade da água através das variáveis físicas, químicas e biológicas e comparar os resultados obtidos com a legislação brasileira vigente e a mundial por meio da Organização mundial da Saúde (OMS);
- Verificar se há interferência na qualidade da água entre poço e torneira na propriedade rural;
- Identificar possíveis impactos ambientais no entorno dos poços rasos através da análise macroscópica.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 ÁGUA**

Considerado um recurso em abundância no planeta, a água é utilizada como uma fonte de vida, entretanto, a água doce de qualidade está cada vez mais comprometida, em relação a quantidade e qualidade. O seu uso aumenta na mesma proporção que se alavancaram as relações de comércio e o consumo de bens e serviços, que conseqüentemente demandam de grande quantidade de água para serem produzidos (SOLDERA, 2017).

As águas apresentam contínuo movimento na Terra, assim instituindo o ciclo hidrológico. A água na superfície terrestre na forma líquida ou sólida evapora mediante a energia solar é transformada na forma de vapor, sobe para a atmosfera e se condensa em nuvens, sob certas condições retornam ao solo nas formas de chuva, neblina, neve, granizo e orvalho (LIMA, 2001).

As águas subterrâneas são aquelas dispostas no subsolo, e podem ser encontradas na forma natural ou superficial (BRASIL, 2008). Inúmeros fatores podem influenciar a ocorrência da infiltração da água no solo, como a cobertura, porosidade, intensidade das chuvas e declividade do terreno, esses aspectos podendo tender para uma maior ou menor infiltração (ABAS, 2007).

As águas superficiais são caracterizadas pela parcela de água que não se infiltra no solo, assim sendo responsável pela formação de rios, lagos e córregos. É utilizada essencialmente para o abastecimento humano, também possui grande importância para as utilizações na agricultura, geração de energia e nas indústrias (ANA, 2017).

A qualidade das águas superficiais e subterrâneas estão ligadas a fatores naturais, por exemplo, geologia, cobertura vegetal, regime de chuvas e escoamento superficial e também pela ação antrópica como o lançamento de efluentes oriundos de fontes pontuais e difusas, entre outras (ANA, 2019).

### **2.2 PROTEÇÃO DAS NASCENTES LIGADAS À QUALIDADE DA ÁGUA**

Toledo (2009) considera que a saúde está ligada diretamente com qualidade de vida, ambas relacionadas com ambientes saudáveis e sustentáveis, sendo que a obtenção de tal integra o acesso ao saneamento e à água potável.

Foster (1988) considera necessária a adoção de medidas aplicáveis para a proteção das águas subterrâneas a fim de evitar a poluição destas. A partir disso busca-se promover o controle das atividades agrícolas, urbanas e industriais a fim de minimizar a vulnerabilidade dos aquíferos e considerando a importância do fornecimento de água de qualidade do recurso hídrico local.

Segundo o mesmo autor, refere-se na adoção de duas diretrizes para a prevenção da qualidade de água subterrânea:

- exercer a proteção geral do aquífero, sobretudo na área de recarga, medidas de controle das atividades que o afetam;
- estabelecer áreas de proteção especial em torno das baterias de poços de abastecimento público de água (FOSTER, 1988).

A vegetação ciliar é aquela que está presente às margens dos cursos de água e tem importantes funções ligadas à proteção das Áreas de Preservação Permanentes (APPs), pois propiciam a redução da erosão hídrica, estabilização dos sedimentos e também atuam como filtros de substâncias provenientes de agrotóxicos e adubos, por exemplo (KAGEYAMA et al., 2001).

Em propriedades rurais o risco de contaminação das águas subterrâneas ocorre principalmente pelo uso intensivo de fertilizantes na agricultura, que aliados a outros fatores podem potencializar a degradação e ameaçar a potabilidade das águas (MUCHIMBANE, 2010).

Amaral (1996) relata que construir poços na parte mais alta do terreno e a presença de parede acima do solo também são fatores de proteção que evitam a poluição das águas, bem como a utilização de tampas.

Através da análise ambiental (análise macroscópica) é possível avaliar a qualidade ambiental ao entorno das nascentes, podendo verificar impactos que influenciam na qualidade das águas, e fazer um levantamento se as tais águas são viáveis para o consumo humano (GALVAN, 2020).

### 2.3 POÇOS RASOS

Os poços rasos também chamados de cacimba, amazonas ou cisternas em geral são escavados manualmente e possuem uma estrutura revestida por cimento ou tijolos. Em média apresentam 1 metro de diâmetro e até 20 metros de profundidade (ANA, 2010).

De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA, 2016) diferente dos poços rasos, os tubulares possuem diâmetro de 4 polegadas a 36 polegadas e profundidade até 2 mil metros, a captação da água é efetuada através de sonda perfuratriz por meio de perfuração.

Segundo Rosa (2004), os poços rasos localizados acima da camada rochosa são mais propensos às contaminações, enquanto os poços artesianos possuem suas águas mais protegidas por estarem confinados por camadas impermeáveis, desta forma diminuindo o risco de contaminações.

O monitoramento destes poços é fundamental para a garantia da qualidade da sua água e o consumo em condições adequadas. A desinfecção dos poços rasos, a partir da cloração, pode ser um método de grande eficiência na redução de contaminantes microbiológicos, resultando na melhora da qualidade (SALING et al., 2017).

## 2.4 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA E MUNDIAL À POTABILIDADE DA ÁGUA

A Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde (GM/MS) n° 888 de 4 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, estabelece valores máximos permitidos para variáveis físicas, químicas e microbiológicas (BRASIL, 2021).

A Organização Mundial da Saúde em sua última edição dispõe soluções para a garantia de água potável bem como recomendações de boas práticas para a conservação da qualidade desta, desde a sua origem até a destinação final. E de acordo com as Diretrizes (4ª edição) para a qualidade de água para consumo a OMS estabelece valores máximos permitidos para as variáveis indicadoras de qualidade (OMS, 2017).

## 2.5 VARIÁVEIS DA QUALIDADE DA ÁGUA

### 2.5.1 Variáveis físicas

#### 2.5.1.1 *Temperatura*

A temperatura da água é uma das características mais importantes no que se refere ao meio aquático pois exerce uma função reguladora no controle de espécies deste meio (SILVA et al., 2008).

De acordo com Libânio (2010) e Fia et al., (2015) inúmeros fatores podem influenciar nas variações de temperatura da água, tais como: a latitude, altitude, estações do ano, período



do dia, profundidade e radiação solar. Cursos de água pouco profundos podem sofrer uma maior influência da temperatura ambiente.

#### *2.5.1.2 Turbidez*

A turbidez é uma variável indicadora de potabilidade da água e tem ligação com a presença de sólidos suspensos e dissolvidos na água como argila, silte, areia, matéria orgânica, organismos aquáticos, ácidos orgânicos e corantes, os quais influenciam a passagem da luz, minimizando a sua transparência (FALCADE, D. R.; MANNICH, M.; COLOMBO, G. T., 2017).

Em níveis elevados apresenta um padrão estético desagradável na água potável, porém, não apresentaria riscos à saúde humana (SABESP, 2020).

#### *2.5.1.3 Condutividade Elétrica*

A condutividade elétrica é uma variável que indica a capacidade que a água possui em conduzir corrente elétrica, em função da concentração de íons presentes (ESTEVES, 1998). Alguns fatores como a temperatura, concentração iônica e precipitação pluviométrica podem interferir nos seus valores (CETESB, 2017).

#### *2.5.1.4 Cor aparente e cor verdadeira*

A coloração das águas é resultante da presença de matéria orgânica, por apresentarem substâncias húmicas, taninos e por metais como manganês, ferro e resíduos industriais. Esta variável é apresentada de duas formas, cor aparente e cor verdadeira (MENEZES et al., 2018).

A cor aparente é aquela que possui turbidez, a qual interfere na passagem dos raios de luz. Em contrapartida a cor verdadeira é obtida após a realização da filtragem da amostra, onde são removidos os sólidos presentes, assim eliminando a turbidez da amostra (PIVELI; KATO, 2006).

### **2.5.2 Variáveis químicas**

#### *2.5.2.1 Nitrito*

O nitrito é um poluente encontrado nas águas com alta instabilidade, é um composto de oxigênio e nitrogênio no estado de oxidação intermediário no meio líquido. Um meio no qual é originado poluição com nitrito, por exemplo, são as decomposições de compostos orgânicos nitrogenados oriundos de esgotos domésticos, onde o amônio produzido nesta decomposição é oxidado para nitrito e em seguida para nitrato (POHLING, 2009).

O nitrato exposto a condições anaeróbicas é reduzido a nitrito. Grandes concentrações de nitrito na água podem acarretar problemas a saúde, principalmente para bebês, idosos e gestantes (FABRIS; JOÃO; BORGES, 2020).

#### *2.5.2.2 Fluoreto*

O fluoreto é um composto químico bastante comum presente nas águas subterrâneas através da decomposição de rochas e solos e a combinação de outros elementos. Por sua vez, podendo ser encontrado por toda parte, como solo, água, ar, vida animal e nas plantas (LIBÂNIO, 2010).

No abastecimento público de água a aplicação adequada de flúor é eficiente promovendo benefícios à saúde humana sendo eficaz na prevenção da cárie dentária. Entretanto, quando ingerido em quantidades inadequadas pode causar a fluorose dentária (FUNASA, 2018).

#### *2.5.2.3 Ferro Total*

O ferro é um elemento químico que no solo está presente na forma insolúvel, na inexistência de oxigênio apresentando-se na forma solúvel em águas subterrâneas, assim podendo desenvolver uma coloração e manchar roupas e sanitários. Em quanto a água na presença de oxigênio e com teores elevados de ferro, ocorre a formação de precipitados, nas quais podem causar gosto indesejável nesta (HELLER; PÁDUA, 2010; VON SPERLING, 2014).

#### *2.5.2.4 Dureza total*

Esta variável aponta, sobretudo, a concentração de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) presentes na água. (LIBÂNIO, 2010). São originários de forma natural a partir da dissolução de minerais, por exemplo, rochas calcárias e de forma antropogênica oriundos do lançamento de efluentes. A dureza possui propriedades que causam incrustações em tubulações, redução da

espuma de sabão sendo necessária o aumento do uso deste. Quando presente na água em determinadas concentrações além de atribuir sabor desagradável pode causar efeitos laxativos (VON SPERLING, 2014).

#### 2.5.2.4 Alcalinidade Total

A alcalinidade é uma variável que expressa a capacidade que a água possui de neutralizar ácidos. Detém a propriedade de tamponamento, ou seja, é capaz de suportar a mudanças de pH (BRASIL, 2013).

Os elementos bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ), carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) e os hidróxidos ( $OH^-$ ) são os principais constituintes da alcalinidade. Esta variável apresenta origem de fontes diversas, das quais podem ser de origem natural, através da dissolução de rochas e reações de  $CO_2$  com água e ainda originárias da ação antropogênica oriundos de lançamento de efluentes industriais (VON SPERLING, 2014).

#### 2.5.2.5 Potencial Hidrogeniônico - pH

O potencial hidrogeniônico (pH) indica a intensidade de condições de acidez, alcalinidade ou neutralidade na água, através da medição de íons de hidrogênio ( $H^+$ ). A faixa representante de pH é de 0 a 14, onde valores inferiores a 7 são considerados em condições ácidas, e superiores a 7 apontam alcalinidade. Valores de pH baixos podem contribuir para a corrosividade de tubulações, no entanto, para a manutenção adequada da vida recomenda-se que o pH deve permanecer na faixa de 6 a 9 (FUNASA, 2012).

As alterações de pH podem ter origem natural devido à dissolução de rochas, fotossíntese, absorção de gases da atmosfera e oxidação da matéria orgânica ou também de origem antropogênica a partir de despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2014).

### 2.5.3 Variáveis microbiológicas

#### 2.5.3.1 Coliformes Totais e *Escherichia coli* (*E. coli*)

As bactérias do tipo coliformes são encontradas em sua maioria no intestino dos seres humanos e animais de sangue quente, e ao serem eliminadas pelas fezes destes, atingem o meio aquático, vindo a contaminar a água e oferecendo risco a saúde humana. Desta forma, as

bactérias do grupo coliformes podem ser consideradas como indicadoras desta contaminação. Portanto, quanto maior a população de coliformes presentes em uma amostra de água, maior é a possibilidade de que haja contaminação por organismos patogênicos (FUNASA 2014).

A *Escherichia coli* é caracterizada como termotolerante, isento de vida livre no ambiente, embora, se difere dos demais pela capacidade de produzir a enzima  $\beta$ -glucoronidase (SANTOS; VASCONCELOS; SANTOS, 2019).

É necessária atenção na interpretação dos resultados laboratoriais desta, pois a detecção não apresenta garantias de que a origem da contaminação seja humana, podendo ser oriundos de esgoto doméstico ou fezes de outros animais de sangue quente (VON SPERLING, 2014).

## 2.6 ANÁLISE MACROSCÓPICA

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente a Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986, em seu Artigo 1º (BRASIL, 1986):

Considera que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

A realização da análise macroscópica propicia o reconhecimento de impactos ambientais, bem como os agentes causadores destes. Diante disso, a qualidade da água pode sofrer interferências, conseqüentemente afetando a sua potabilidade e podendo até torná-las inapropriadas para o consumo (GOMES; MELO; VALE, 2005).

Segundo os autores, os parâmetros mais eficientes para a utilização desta análise estão apresentados no quadro abaixo (Quadro 1).

Quadro 1 – Variáveis da análise macroscópica.

|                         |                     |                      |                      |
|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Cor da água             | (1) Escura          | (2) Clara            | (3) Transparente     |
| Odor                    | (1) Forte           | (2) Fraca            | (3) Sem cheiro       |
| Resíduo ao redor        | (1) Muita           | (2) Pouca            | (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          |
| Esgotos                 | (1) Muito           | (2) Pouco            | (3) Ausente          |
| Vegetação (Preservação) | (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 (AS)    |
| Prox. de residências    | (1) Menos de 50m    | (2) Entre 50 a 100m  | (3) Mais de 100 m    |
| T. de 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.

Segundo Gomes, Melo e Vale 2005 a classificação é designada quanto ao grau de preservação após o somatório da pontuação, que pode ser observado no quadro abaixo (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação quanto ao grau de preservação.

| Classe | 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      | Péssima             | < 28 pontos     |

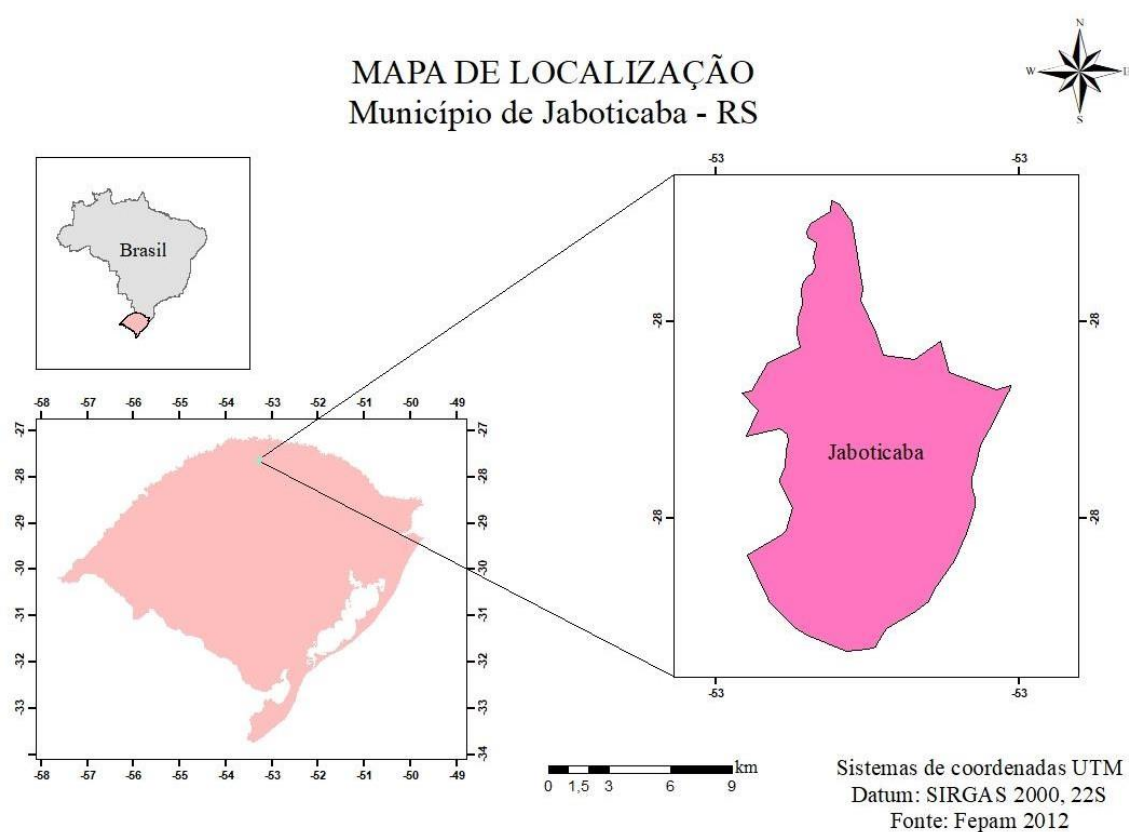
Fonte: Adaptado de Gomes, Melo e Vale (2005).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em quatro propriedades rurais particulares na zona rural nomunicípio de Jaboticaba, este com Latitude 27° 37' 48'' Sul e Longitude 53° 16' 55'' Oeste, localizado na região norte do estado do Rio Grande do Sul (CIDADE BRASIL, 2020). O município possui uma área territorial de 127.589 km<sup>2</sup> e população de 3.773 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Tem como municípios limítrofes, Novo Tiradentes, Cerro Grande, Lajeado do Bugre, Boa Vista das Missões, Seberi e Pinhal.

Figura 1 – Mapa de localização do Município de Jaboticaba – RS



Fonte: Construído pela autora a partir de dados da FEPAM (2012).

A população de Jaboticaba está distribuída com 62,4% dos domicílios na zona rural e 37,6% na zona urbana, e a economia do mesmo é proveniente principalmente da agricultura, as principais culturas são soja, milho, trigo, aveia e feijão, destaca-se também o rebanho de gado

de leite (SEBRAE, 2020). O bioma predominante do município é constituído por mata atlântica e pampa (IBGE, 2019). Jaboticaba está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea.

Parte do abastecimento de água na área rural do município é de controle da Prefeitura Municipal, no qual a distribuição de água é feita de 30 poços artesianos e nascentes, segundo dados da Vigilância Sanitária do Município de Jaboticaba (2020).

O monitoramento da qualidade da água dos poços é realizado mensalmente, através de coletas de amostras e após encaminhado para a cidade de Erechim/RS para análises laboratoriais. Outra parcela da zona rural possui poços artesianos e poços rasos particulares. Na área urbana, 100% das residências são abastecidas por rede geral, da Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE ESTUDO

As quatro propriedades rurais estudadas utilizam água dos respectivos poços rasos para o próprio consumo humano e para o dessedentação de alguns animais domésticos. Na propriedade rural 1, é exercida atividade de pecuária de leite, a estrutura de armazenamento de água é composta de tijolos e coberta com lona de plástico, os arredores do poço são protegidos de acesso de animais, a profundidade do mesmo é de aproximadamente 12 metros, que abastece duas residências. Foram coletadas amostras de água do poço e da torneira.

Figura 2 – Localização da Propriedade Rural 1.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

Na propriedade rural 2, foram coletadas amostras de água do poço e da torneira da residência. O respectivo poço fica dentro da mata nativa com difícil acesso e profundidade de 0,5 metros. Os arredores da propriedade contam com lavouras para produção de inúmeras culturas e utilizam-se de agrotóxicos.

Figura 3 – Localização da Propriedade Rural 2.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

Na propriedade rural 3, o poço possui 2 metros de profundidade, tem uma estrutura de armazenamento de água feita de tijolos e antiga, sem qualquer cobertura ou proteção, nas proximidades do local há presença de animais. Foram coletadas amostras de água do poço e da torneira.



Figura 4 – Localização da Propriedade Rural 3.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

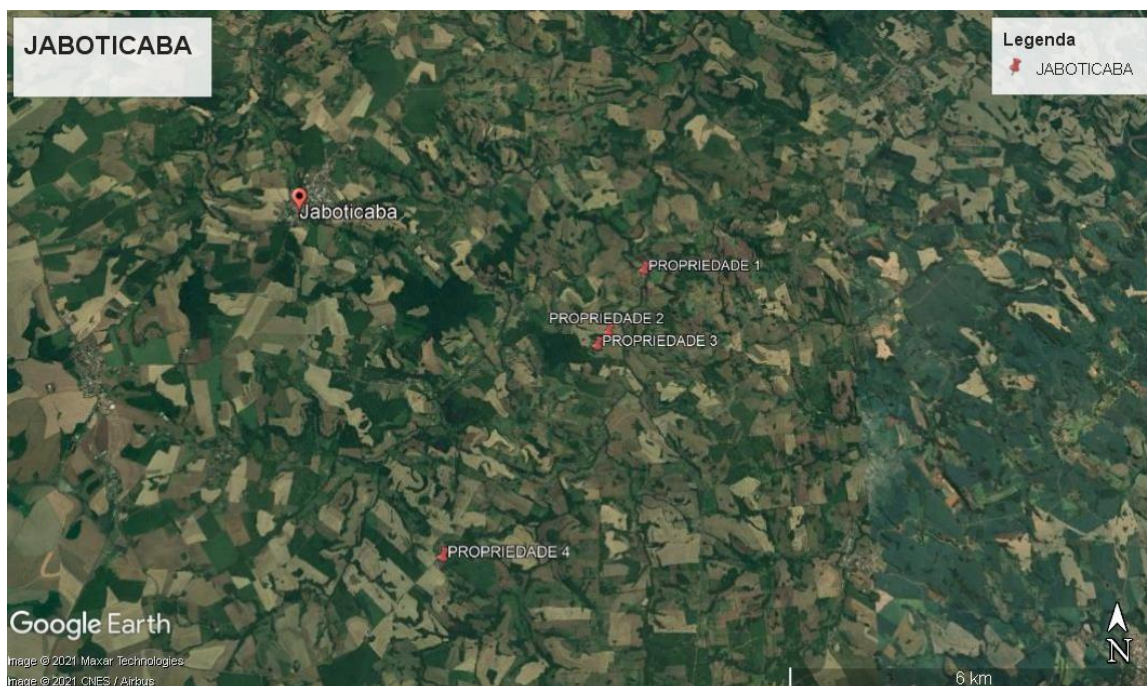
Na propriedade rural 4 a coleta ocorreu no poço e na torneira da cozinha, a água é bombeada do poço de aproximadamente 12 metros de profundidade, com estrutura feita de cimento para o armazenamento da água e coberto com tábuas e lona.

Figura 5 – Localização da Propriedade Rural 4.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

Figura 6 – Localização das 4 Propriedades Rurais estudadas no município de Jaboticaba/RS.



Fonte: Google Earth Pro (2021).

### 3.3 DEFINIÇÃO DAS PROPRIEDADES PARA ESTUDO

As propriedades rurais para estudo foram definidas a partir de uma pesquisa realizada no interior do município de Jaboticaba/RS no mês de Junho de 2019, onde buscou-se por propriedades que fossem abastecidas por poços rasos, diante disso foram selecionadas algumas propriedades. Em segundo momento foram realizadas visitas nas propriedades rurais com o objetivo de explicar o motivo da pesquisa bem como abordar a importância da qualidade da água para o consumo humano, e diante disso foi apresentado um documento solicitando a autorização para a retirada das amostras de água dos poços para a realização das análises a serem avaliadas.

### 3.4 COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA

As coletas das amostras de água foram realizadas mensalmente no período de agosto de 2019 a dezembro de 2019, ambas coletadas aproximadamente entre 5:30 às 7:00 horas da manhã, após transportadas até o laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Santa Maria *Campus* da UFSM em Frederico Westphalen. As amostras foram armazenadas em garrafas pet de 500 mL, lavadas e desinfetadas e identificadas com o número da propriedade e os respectivos pontos a serem coletados, ambas com cinco repetições de cada



um dos pontos, para a garantia da realização de todas as variáveis físicas e químicas a serem realizadas. As variáveis de temperatura e pH foram realizadas “*in loco*” com equipamentos portáteis, no momento da coleta. Para a análise das variáveis biológicas, utilizaram-se frascos de vidro já esterilizados.

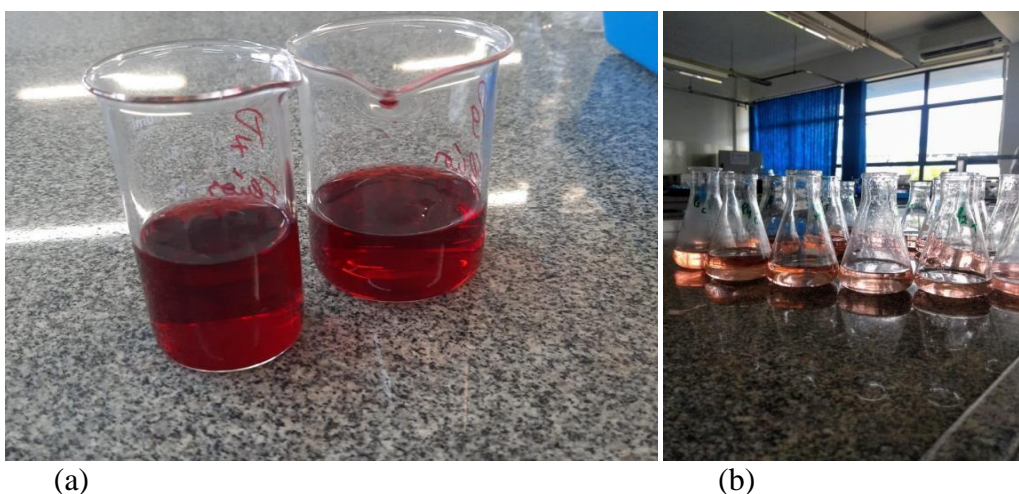
Todas as amostras foram devidamente acondicionadas em caixas térmicas e transportadas até o laboratório, para assim manter a conservação das características físicas, químicas e microbiológicas conforme a ABNT-NBR 9898 (1987). Todas as variáveis analisadas e os métodos utilizados estão dispostos no quadro 3.

Quadro 3 - Métodos utilizados para análise das variáveis da água.

| Variáveis               | Unidade                | Método Utilizado   |
|-------------------------|------------------------|--|
| Alcalinidade Total      | mg/L CaCO <sub>3</sub> | Titulométrico - 2320 B (APHA et al., 2012)                     |
| Coliformes Totais       | NMP/100 ml             | Tubos Múltiplos- 9221 D (APHA et al., 2012)                    |
| Condutividade Elétrica  | uS/cm                  | Condutivímetro - 2510 B (APHA et al., 2012)                    |
| Cor Aparente            | uH                     | Espectrofotômetro – 2120 B (APHA et al., 2012)                 |
| Cor Verdadeira          | uH                     | Espectrofotômetro – 2120 B (APHA et al., 2012)                 |
| Dureza Total            | mg/L CaCO <sub>3</sub> | Titulométrico - 2340 B (APHA et al., 2012)                     |
| <i>Escherichia coli</i> | NMP/100 ml             | Tubos Múltiplos- 9221 D (APHA et al., 2012)                    |
| Ferro Total             | mg/L                   | Espectrofotômetro – 2120 B (APHA et al., 2012)                 |
| Fluoreto                | mg/L                   | Espectrofotômetro – 2120 B (APHA et al., 2012)                 |
| Nitrito                 | mg/L                   | Espectrofotômetro - 4500 - NO <sub>2</sub> (APHA et al., 2012) |
| Ph                      | Unidades               | pHmetro – 4500 – H + B (APHA et al., 2012)                     |
| Temperatura             | °C                     | Termômetro Portátil – 2550 B (APHA et al., 2012)               |
| Turbidez                | uT                     | Turbidímetro – 2130 B (APHA et al., 2012)                      |

Fonte: Autora (2021).

Figura 6 - Determinação das variáveis fluoreto (a) e fósforo total (b)



Fonte: Autora (2021).

Figura 7 - Leitura das variáveis biológicas *Escherichia coli* (*E. coli*) e Coliformes Totais.



Fonte: Autora (2021).

Figura 8 - Realização do estudo no laboratório e em campo.



Fonte: Autora (2021).

### 3.5 ANÁLISE MACROSCÓPICA

A análise macroscópica foi realizada nas quatro propriedades rurais estudadas, no entorno dos poços rasos coletados, com base na metodologia proposta por Gomes, Melo e Vale (2005), a qual utiliza alguns parâmetros a serem observados para assim definir o grau de declassificação de preservação.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A homogeneidade das variâncias entre os meses amostrados foi testada através do teste de Levene. As comparações entre os meses e entre poço e torneira foram examinadas através da análise de variância (ANOVA), uma via, seguida do teste de Tukey ou de Kruskal-Wallis teste paramétrico e não paramétrico. Os valores foram expressos como média  $\pm$  erro padrão no programa utilizado, STAISTICA 7.0, sendo seu nível mínimo de significância ( $P < 0,05$ ).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 TEMPERATURA

Os valores encontrados para a temperatura das águas ao longo dos meses estudados variaram de 10 a 22 °C em todas as propriedades rurais, tanto nos poços quanto nas torneiras (Tabela 1).

De modo geral, a menor temperatura foi registrada no mês de agosto/19 e a maior no mês de dezembro/19, estando essa variação possivelmente relacionada com o período sazonal (estações de inverno e verão). Hofstätter (2021) realizou estudo em poços rasos de consumo humano no município de Erval Seco/RS registrando nos meses de agosto e dezembro/19 valores de temperatura semelhantes ao presente trabalho. Entretanto, Schneider (2019) avaliando a água de poços no município de Taquaruçu do Sul/RS encontrou temperaturas de 20 a 24 °C, entre os meses de setembro/17 a março/18.

Tabela 1 - Valores médios obtidos para temperatura (°C) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 10,0±0,00     | 10,0±0,00     | 17,0±0,00     | 19,0±0,00     |
|        | T | 15,0±0,00     | 11,0±0,00     | 16,0±0,00     | 15,0±0,00     |
| Set/19 | P | 18,0±0,00     | 19,0±0,00     | 19,0±0,00     | 19,0±0,00     |
|        | T | 15,0±0,00     | 15,0±0,00     | 16,0±0,00     | 20,0±0,00     |
| Out/19 | P | 18,0±0,00     | 18,0±0,00     | 17,0±0,00     | 20,0±0,00     |
|        | T | 17,0±0,00     | 16,0±0,00     | 16,0±0,00     | 19,0±0,00     |
| Nov/19 | P | 18,0±0,00     | 18,0±0,00     | 17,0±0,00     | 19,0±0,00     |
|        | T | 18,0±0,00     | 17,0±0,00     | 16,0±0,00     | 20,0±0,00     |
| Dez/19 | P | 19,0±0,00     | 19,0±0,00     | 19,0±0,00     | 22,0±0,00     |
|        | T | 18,0±0,00     | 17,0±0,00     | 18,0±0,00     | 19,0±0,00     |

Fonte: Autora (2021).

Von Sperling (2014) afirma que elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual da temperatura).

De acordo com a Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2017) não são estipulados valores máximos permitidos (VMP) para a temperatura das águas de poços rasos destinados ao consumo humano.

### 4.2 TURBIDEZ

Os valores médios encontrados para a variável turbidez na propriedade 1 variaram de

0a  $0,98 \pm 0,07$  uT. Houve aumento significativo na comparação entre poço e torneira, nos valores médios da torneira a partir do mês de outubro/19. Na comparação entre poço ao longo dos meses houve um aumento significativo nos valores de turbidez no mês de dezembro/19. Na comparação entre torneira houve um aumento significativo destes valores nos meses de novembro e dezembro/19 (Tabela 2).

Nas propriedades 2, 3 e 4 os valores médios oscilaram de  $0,16 \pm 0,00$  a  $2,87 \pm 0,26$ , 0 a  $4,23 \pm 0,24$  e 0 a  $0,87 \pm 0,02$  uT, respectivamente.

Na comparação entre poço e torneira, na propriedade 2 houve diferença significativa de valores até o mês de novembro/19, na propriedade 3, até o mês de outubro/19 e na propriedade 4, em todos os meses exceto outubro/19.

Na comparação somente entre poços ou entre torneiras nas propriedades 2, somente entre poço houve aumento significativo desta variável nos meses de outubro e novembro/19. Já na comparação entre torneira houve um aumento significativo no mês de dezembro/19. Nas propriedades 3 e 4 houve aumento significativo nos valores encontrados de turbidez no mês de dezembro/19.

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017), estabelecem VMP para a variável turbidez de 5,0 uT. De acordo com valores obtidos no presente estudo, estes apresentam-se em conformidade com a legislação em todas as propriedades rurais estudadas.

Tabela 2 - Valores médios obtidos para turbidez (uT) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1      | Propriedade 2       | Propriedade 3      | Propriedade 4      |
|--------|---|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Ago/19 | P | $0,07 \pm 0,02$ aC | $0,96 \pm 0,01$ aD  | $0,57 \pm 0,02$ aD | $0,00 \pm 0,00$ aB |
|        | T | $0,00 \pm 0,00$ bD | $0,16 \pm 0,00$ bD  | $0,00 \pm 0,00$ bC | $0,00 \pm 0,00$ bB |
| Set/19 | P | $0,51 \pm 0,02$ aB | $1,60 \pm 0,01$ aCD | $1,89 \pm 0,13$ aC | $0,36 \pm 0,07$ bA |
|        | T | $0,33 \pm 0,04$ bB | $1,50 \pm 0,05$ bA  | $1,31 \pm 0,05$ bB | $0,87 \pm 0,02$ aA |
| Out/19 | P | $0,07 \pm 0,01$ bC | $2,80 \pm 0,08$ aA  | $2,23 \pm 0,00$ aC | $0,21 \pm 0,04$ aA |
|        | T | $0,09 \pm 0,00$ aC | $1,01 \pm 0,03$ bC  | $1,17 \pm 0,09$ bB | $0,18 \pm 0,02$ aB |
| Nov/19 | P | $0,42 \pm 0,06$ bB | $2,87 \pm 0,26$ aA  | $3,43 \pm 0,09$ aB | $0,02 \pm 0,01$ bB |
|        | T | $0,84 \pm 0,00$ aA | $1,31 \pm 0,02$ bB  | $3,20 \pm 0,12$ aA | $0,54 \pm 0,11$ aA |
| Dez/19 | P | $0,75 \pm 0,04$ bA | $2,05 \pm 0,07$ aB  | $4,23 \pm 0,24$ aA | $0,20 \pm 0,02$ bA |
|        | T | $0,98 \pm 0,07$ aA | $0,99 \pm 0,08$ bC  | $4,07 \pm 0,33$ bA | $0,53 \pm 0,61$ aA |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis ( $p < 0,05$ ). Média  $\pm$  Erro Padrão. Fonte: Autora (2021).

Schneider (2019) e Hofstätter (2021) encontraram em poços rasos de consumo humano

na região Noroeste do RS valores médios de turbidez que foram próximos e/ou superiores com os obtidos no presente estudo, nas faixas de 3,33 a 11,47 e 0,13 a 13,80 uT, respectivamente.

Silva et al. (2020) avaliaram a qualidade da água de poços rasos no município de Caxambu do Sul/SC e em todos os poços o valor obtido para esta variável foi zero.

Laureano et al. (2020) em um estudo de caso, avaliaram a qualidade da água subterrânea do aquífero livre na microbacia do Igarapé Nazaré JiParaná/RO, os valores máximos de turbidez entre os 15 poços analisados variaram de 5,32 a 12,65 uT.

### 4.3 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

Os valores médios para a condutividade elétrica variaram de  $158,63 \pm 1,75$  a  $268,83 \pm 0,58$   $\mu\text{S}/\text{cm}$  em todas as propriedades rurais amostradas (Tabela 3).

Na comparação desta variável entre poço e torneira nas propriedades rurais 1 e 2 não foi observada diferença significativa entre os valores. Já nas propriedades rurais 3 e 4 houve diferença significativa entre os pontos de coleta. Na comparação desta variável somente entre poço ou entre torneira nas propriedades rurais 1 e 4, bem como na propriedade rural 2 houve aumento significativo nos valores médios encontrados nos meses de novembro/19 e dezembro/19, respectivamente. Seguindo na mesma comparação anterior, na propriedade rural 3 houve diminuição significativa na condutividade elétrica no mês de novembro/19.

Tabela 3 - Valores médios obtidos para condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1       | Propriedade 2        | Propriedade 3       | Propriedade 4       |
|--------|---|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Ago/19 | P | 256,77 $\pm$ 0,88aB | 168,80 $\pm$ 0,56aB  | 214,37 $\pm$ 0,13aA | 242,10 $\pm$ 0,06bB |
|        | T | 256,80 $\pm$ 0,89aB | 169,10 $\pm$ 0,00aB  | 214,60 $\pm$ 0,07aA | 246,43 $\pm$ 0,27aB |
| Set/19 | P | 260,53 $\pm$ 1,53aB | 170,67 $\pm$ 0,19aAB | 215,30 $\pm$ 0,15aA | 239,60 $\pm$ 0,69bC |
|        | T | 256,47 $\pm$ 0,38bB | 170,77 $\pm$ 0,30aAB | 213,90 $\pm$ 0,21bA | 241,70 $\pm$ 0,06aB |
| Out/19 | P | 259,40 $\pm$ 0,00aB | 168,30 $\pm$ 0,00aB  | 213,90 $\pm$ 0,00aA | 243,40 $\pm$ 0,56aB |
|        | T | 257,40 $\pm$ 0,00bB | 168,97 $\pm$ 0,35aB  | 213,40 $\pm$ 0,13bA | 242,97 $\pm$ 0,23aC |
| Nov/19 | P | 268,83 $\pm$ 0,58aA | 158,63 $\pm$ 1,75aC  | 203,70 $\pm$ 0,98aC | 246,60 $\pm$ 0,35bA |
|        | T | 266,80 $\pm$ 0,91aA | 161,97 $\pm$ 1,20aB  | 204,10 $\pm$ 0,91aC | 254,57 $\pm$ 1,73aA |
| Dez/19 | P | 258,53 $\pm$ 1,82aB | 175,87 $\pm$ 2,49aA  | 210,50 $\pm$ 0,69aB | 244,10 $\pm$ 0,58aB |
|        | T | 259,27 $\pm$ 2,92aB | 175,47 $\pm$ 1,73aA  | 208,53 $\pm$ 0,44bB | 240,70 $\pm$ 2,66aB |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis ( $p < 0,05$ ). Média  $\pm$  Erro Padrão. Fonte: Autora (2021).

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017), não estabelecem valores



máximos permitidos (VMP) para a variável condutividade elétrica na água de consumo humano.

A água que contém elevados níveis de matéria inorgânica tende a manifestar alta condutividade elétrica e salinidade e tem alta probabilidade de aumento em períodos chuvosos (GOMES FILHO, 2013; BRUM et al., 2016).

Valores médios encontrados em outros estudos, inferiores aos do presente trabalho na mesma região amostrada foram observados por Schneider (2019) e Hofstätter (2021) nas faixas de 74 a 136 e 55 a 179  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente.

No estudo realizado por Souza e Sousa (2020) que teve por objetivo avaliar a potabilidade da água de cacimbas na Cidade de Barro/CE, foram obtidos valores médios de condutividade elétrica que variaram de 60,0 a 348,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  nos 7 poços analisados.

#### 4.4 COR APARENTE E COR VERDADEIRA

Para a variável cor aparente foram encontrados valores médios na propriedade rural 2 (agosto/19: torneira= 13,2 uH; outubro/19: poço= 21,0 uH) e na propriedade rural 3 (outubro/19: poço= 21,0 uH). Trabalhos já desenvolvidos nos municípios de Taquaruçu do Sul e Erval Seco ambos no RS apresentaram valores de 12 a 37 e 12 a 149 uH, segundo Schneider (2019) e Hofstätter (2021), respectivamente.

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (Brasil,2021) e a OMS (2017) estabelecem que o VMP para a cor aparente é de 15 uH, estando os valores dos poços rasos das propriedades rurais 2 e 3 no mês de outubro/19 estão em desacordo com as legislações vigentes.

Na avaliação da cor verdadeira foram encontrados valores médios apenas na propriedade rural 2 (novembro/19: poço= 13,20 uH e torneira= 45,60 uH; dezembro/19: poço= 13,60 uH). Os demais valores obtidos em todas as propriedades rurais, tanto para poço quanto para torneira, do presente estudo, encontram-se menor que o limite de detecção do método (<LOD). Gomes (2019), em estudo realizado de qualidade da água para consumo humano no município de Pinheirinho do Vale/RS, obteve resultados semelhantes para a variável cor verdadeira.

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (Brasil,2021) e a OMS (2017) não mencionam esta variável na legislação. No estudo realizado por Gomes (2020) o qual avaliou as características físicas e químicas da água de um poço e uma cisterna na Região de Campina/PB, obteve para cor verdadeira no poço 5 uH e na cisterna 20 uH. Segundo o

autor, a coloração da água pode ser decorrência de substâncias dissolvidas ou em suspensão e também pela presença de íons metálicos.

Neto et al. (2017) avaliaram a potabilidade da água de poços rasos em São Luis/MA e encontraram resultados para cor aparente com uma variação média de 2,40 a 5,83 uH, estando de acordo com os valores estabelecidos pela legislação.

No presente estudo, pode observar que os valores de cor aparente estiveram em alguns momentos acima do VMP para esta variável nas legislações vigentes. Este fato pode ter relação com a variável ferro total que também apresentou valores em desconformidade com estas legislações.

#### 4.5 NITRITO

Os valores médios para a variável nitrito variaram de  $0,03 \pm 0,00$  a  $0,39 \pm 0,00$  mg/L em todas as propriedades rurais amostradas (Tabela 4).

Na propriedade rural 1, de forma geral houve diferença significativa nos valores de nitrito entre poço e torneira dentro de cada mês estudado (exceto em outubro/19) e, na propriedade rural 2, exceto em agosto/19.

Nas propriedades rurais 1 e 2, quando comparam-se as médias somente entre poços e entre torneiras, constata-se que houve uma diminuição significativa nos valores de nitrito a partir dos meses de setembro/19.

Nas propriedades rurais 3 e 4, não houve diferença significativa nos valores de nitrito entre poço e torneira dentro de cada mês estudado, exceto em dezembro/19 e em novembro e dezembro/19, respectivamente.

A Portaria nº 888 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 quatro propriedades rurais estão em conformidade com as legislações vigentes.

Gomes (2019) em estudo de avaliação de potabilidade da água em poços para consumo humano (Pinheirinho do Vale/RS), obteve valores para a variável nitrito que variaram de 0,03 a 0,34 mg/L, semelhantes aos resultados do presente trabalho.

Cabral (2020) ao analisar o comportamento de compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitrato em águas subterrâneas de 15 poços, obteve valores para nitrito semelhantes ao presente estudo, exceto um poço apresentou valor 1,071 mg/L, estando em desacordo com a legislação vigente.

No estudo de Carvalho e Monteiro (2020) que objetivou-se avaliar a qualidade da água

de consumo humano de poços na zona urbana de Campo Maior/PI, a variável nitrito apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos, com média de 0,003 mg/L.

Tabela 4 - Valores médios obtidos para nitrito (mg/L) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 0,39±0,00aA   | 0,30±0,00aA   | 0,30±0,00aA   | 0,28±0,00Aa   |
|        | T | 0,30±0,00bA   | 0,30±0,00aA   | 0,28±0,00aA   | 0,28±0,00aA   |
| Set/19 | P | 0,05±0,00aB   | 0,06±0,00aC   | 0,04±0,00aB   | 0,04±0,00aB   |
|        | T | 0,04±0,00bC   | 0,05±0,00bB   | 0,04±0,00aB   | 0,04±0,00aB   |
| Out/19 | P | 0,05±0,00aB   | 0,06±0,00aC   | 0,04±0,00aB   | 0,03±0,00aB   |
|        | T | 0,05±0,00aB   | 0,04±0,00bB   | 0,03±0,00aB   | 0,04±0,00aB   |
| Nov/19 | P | 0,03±0,00bC   | 0,07±0,00bC   | 0,03±0,00aB   | 0,03±0,00aB   |
|        | T | 0,04±0,00aC   | 0,08±0,00aB   | 0,03±0,00aB   | 0,03±0,00bB   |
| Dez/19 | P | 0,03±0,00bC   | 0,08±0,00bB   | 0,04±0,00aB   | 0,04±0,00aB   |
|        | T | 0,04±0,00aC   | 0,05±0,02aB   | 0,03±0,00bB   | 0,03±0,00bB   |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis ( $p < 0,05$ ). Média ± Erro Padrão. Fonte: Autora (2021).

#### 4.6 FLUORETO

Na propriedade rural 1, ao longo dos meses estudados os valores de fluoreto variaram de 0,16 a 0,86 mg/L no poço e na torneira. Na propriedade rural 2, a faixa de valores entre poço e torneira foi de 0,20 a 1,44 mg/L. Nas propriedades rurais 3 e 4, a faixa de valores foi de: 0,25 a 0,89 e 0,08 a 0,98 mg/L, respectivamente, entre poço e torneira (Tabela 5).

Durante a realização do trabalho, em alguns meses nas coletas de água do poço e da torneira os resultados encontrados estiveram <LOD.

Tabela 5 - Valores médios obtidos para fluoreto (mg/L) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 0,69±0,08     | 0,39±0,16     | <LOD          | <LOD          |
|        | T | 0,38±0,12     | <LOD          | 0,44±0,05     | <LOD          |
| Set/19 | P | 0,64±0,05     | 0,59±0,06     | 0,28±0,01     | 0,08±0,02     |
|        | T | 0,55±0,12     | 0,20±0,15     | 0,25±0,07     | <LOD          |
| Out/19 | P | 0,62±0,23     | 0,81±0,03     | 0,86±0,03     | 0,57±0,14     |
|        | T | 0,64±0,36     | 0,74±0,01     | 0,85±0,01     | 0,42±0,01     |
| Nov/19 | P | <LOD          | <LOD          | <LOD          | <LOD          |
|        | T | <LOD          | 0,51±0,02     | <LOD          | <LOD          |
| Dez/19 | P | 0,86±0,01     | 0,49±0,04     | 0,28±0,13     | 1,28±0,13     |
|        | T | 0,16±0,41     | 1,44±0,02     | 0,89±0,17     | 0,98±0,16     |

<LOD: Abaixo do limite de detecção do método (0,02 mg/L). Fonte: Autora (2021).

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017), estabelecem o VMP de 1,5 mg/L, desta forma, os resultados obtidos encontram-se em conformidade com essas legislações.

Karlinski (2017) no estudo de avaliação de parâmetros físicos, químicos e biológicos em poços individuais para consumo humano no município de Três de Maio/RS, obteve valores para a variável fluoreto que corroboram os resultados do presente estudo.

Hofstätter (2021) (Erval Seco/RS) ao analisar a variável fluoreto em poços rasos nas propriedades rurais estudados, encontrou resultados semelhantes ao do presente estudo, os valores médios variaram de 0,07 a 1,49 mg/L.

Lima (2020) ao realizar estudo sobre a incidência de flúor em águas subterrâneas na região noroeste de Paraíba, avaliou os relatórios de análise de flúor realizados pelo laboratório da SACQA/SESAM (Seção de Controle e Qualidade da Água/ Setor de Saúde Ambiental) da Fundação Nacional da Saúde/PB. Foram avaliadas 517 amostras de águas subterrâneas, onde 68 delas apresentaram valores médios de 3,5 e 9,0 mg/L, estando em desacordo com a legislação. Segundo o autor, os altos valores de flúor podem estar ligados a formação rochosa da região.

#### 4.7 FERRO TOTAL

Nas propriedades rurais 1 e 2, de forma geral houve diferença significativa nos valores de ferro total entre poço e torneira dentro de cada mês amostrado nos meses de outubro e dezembro/19 (Tabela 6). Na propriedade rural 3, houve diferença significativa entre poço e torneira nos meses de agosto, setembro e novembro/19. Na propriedade rural 4, houve diferença significativa entre poço e torneira apenas em dezembro/19.

De forma geral, na comparação somente entre poço ou somente entre torneira houve um aumento significativo dos valores médios de ferro total no mês de novembro/19.

De acordo com a Portaria nº 888 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. Os valores obtidos no mês de novembro/19 em todas as propriedades rurais tanto no poço ou torneira ultrapassam os valores permitidos por estas legislações, estando em desconformidade.

Tabela 6 - Valores médios obtidos para ferro total (mg/L) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 0,58±0,04aC   | 0,72±0,06aB   | 0,35±0,00bB   | 0,68±0,03aB   |
|        | T | 0,61±0,00aB   | 0,90±0,08aB   | 0,52±0,01aB   | 0,69±0,00aB   |
| Set/19 | P | 0,85±0,02aB   | 0,97±0,02aB   | 0,99±0,03aB   | 0,81±0,00aB   |
|        | T | 0,95±0,10aB   | 0,97±0,01aB   | 0,87±0,01bB   | 0,80±0,01aB   |
| Out/19 | P | 0,58±0,04aC   | 0,69±0,02aB   | 0,50±0,01aB   | 0,45±0,02aB   |
|        | T | 0,40±0,02bB   | 0,50±0,01bB   | 0,55±0,02aB   | 0,48±1,34Ab   |
| Nov/19 | P | 4,42±0,00aA   | 4,40±0,03aA   | 4,38±0,01aA   | 4,38±0,02aA   |
|        | T | 4,43±0,01aA   | 4,39±0,01aA   | 4,30±0,03bA   | 4,36±0,02 aA  |
| Dez/19 | P | 0,60±0,04aC   | 1,18±0,04aB   | 0,50±0,01aB   | 0,49±0,01bB   |
|        | T | 0,44±0,02bB   | 1,09±0,04bB   | 0,52±0,03aB   | 0,71±0,06aB   |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis ( $p < 0,05$ ). Média  $\pm$  Erro Padrão. Fonte: Fonte: Autora (2021).

De acordo com os resultados obtidos, pode-se associar que os valores maiores para ferro total no mês de novembro tem relação com a maior precipitação pluviométrica e o tipo de solo do local, que a partir de ocorrência da chuva propiciou a lixiviação para os cursos de água.

O ferro está presente na forma insolúvel ( $\text{Fe}^{3+}$ ) numa grande quantidade de tipos de solos e na ausência de oxigênio dissolvido (OD) (como em águas subterrâneas) ele se apresenta na forma solúvel. Em contato com o OD o ferro se precipita e pode causar cor na água, além de manchar roupas durante a lavagem (Von Sperling, 2014).

Hofstätter (2021) na avaliação de qualidade da água para consumo humano em propriedades rurais (Ervál Seco/RS), encontrou resultados acima de VMP pela legislação vigente para a variável ferro total no mês de novembro/19.

No estudo de Neto et al. (2017) com o objetivo de avaliar a potabilidade da água de poços rasos (São Luís/MA), obtiveram variação média de 0 a 0,072 mg/L para ferro total, estando em conformidade com a legislação.

#### 4.8 DUREZA TOTAL

Nas propriedades rurais 1, 3 e 4, não houve diferença significativa nos valores médios de dureza total na comparação entre poço e torneira ao longo dos meses estudados (Tabela 7). Já na propriedade rural 2, houve diferença significativa nos meses de setembro, novembro e dezembro/19.

Nas propriedades rurais 1, 2, 3 e 4 houve uma diminuição significativa nesta variável no mês de novembro/19 na comparação entre poço ou entre torneira.

Os valores da dureza total ao longo dos meses estudados apresentaram variação de 32,90 a 105,28 mg/L CaCO<sub>3</sub>. De acordo com a Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 o VMP para a variável dureza é de 300 mg/L, já a OMS (2017) estabelece que o VMP é 500 mg/L. Deste modo, os valores obtidos no presente estudo estão em conformidade com estas legislações.

A dureza total pode ser classificada como: dureza < 50 mg/L CaCO<sub>3</sub> água mole, dureza entre 50 e 150 mg/L CaCO<sub>3</sub> dureza moderada e entre 150 e 300 mg/L CaCO<sub>3</sub> água dura, valores acima considera-se água muito dura (VON SPERLING, 2014). Portanto, as propriedades rurais 1 e 4 apresentam uma água com dureza moderada e as propriedades rurais 2 e 3 ao longo dos meses estudados apresentam água mole a moderada.

Tabela 7 - Valores médios obtidos para dureza total (mg/L CaCO<sub>3</sub>) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4  |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Ago/19 | P | 77,08±0,54aB  | 71,44±0,51aB  | 88,99±0,93aA  | 105,28±0,54aA  |
|        | T | 77,08±0,54aA  | 69,56±0,94aC  | 89,30±0,83aA  | 105,28±0,54aA  |
| Set/19 | P | 85,85±3,32aA  | 87,11±0,31aA  | 98,39±2,45aA  | 98,07±3,07aBC  |
|        | T | 83,03±1,66aA  | 77,71±0,31bA  | 94,94±2,37aA  | 101,86±4,15aA  |
| Out/19 | P | 79,90±0,54aAB | 74,26±0,00aB  | 92,12±1,09aA  | 101,83±0,83aAC |
|        | T | 78,96±0,54aA  | 73,63±0,63aB  | 92,12±0,54aA  | 101,83±0,83aA  |
| Nov/19 | P | 52,33±0,31aC  | 26,63±1,66bE  | 42,30±7,99aB  | 63,92±1,63aD   |
|        | T | 53,58±1,09aB  | 33,84±1,44aE  | 32,90±1,09aC  | 64,23±1,91aB   |
| Dez/19 | P | 47,94±0,00aC  | 58,91±0,31aD  | 46,37±2,73aB  | 60,16±1,44aD   |
|        | T | 52,01±3,69aB  | 39,48±0,54bD  | 47,94±1,09aB  | 60,47±2,73aB   |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis (p<0,05). Média ± Erro Padrão. Fonte: Autora (2021).

Pereira (2019) ao realizar estudo em poços rasos de consumo humano no município de Palmitinho/RS, encontrou resultados para dureza total na faixa de 42,33 a 71 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, estando dentro dos valores estabelecidos pela legislação.

Silva et al. (2020) avaliaram a qualidade da água de poços rasos no município de Caxambu do Sul/SC e obtiveram valores médios para dureza total de 61,5 mg/L CaCO<sub>3</sub> sendo classificada como uma água branda ou mole.

#### 4.9 ALCALINIDADE TOTAL

Em todas as propriedades rurais estudadas houve diferença significativa entre poço e torneira no mês de novembro/19 (Tabela 8).

Na comparação entre poço ou entre torneira houve um aumento significativo nos valores médios de alcalinidade total no mês de novembro/19.

A Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017) não estabelecem VMP para a variável alcalinidade total. Esta não tem um valor sanitário para água de consumo, mas com níveis elevados de concentração de alcalinidade pode causar um gosto amargo para a água (VON SPERLING, 2014).

Lazarotto (2018) (Caiçara/RS), Schneider (2019) (Taquaruçu do Sul/RS) e Hofstätter (2021) (Erval Seco/RS) avaliaram a potabilidade da água de poços rasos e os valores médios de alcalinidade total nas propriedades rurais variaram de 14 a 121, 7,1 a 162 e de 44 a 244 mg/L CaCO<sub>3</sub>, respectivamente, resultados similares aos do presente estudo.

Nolasco et al. (2020) no estudo de análises de qualidade da água para consumo humano no município de Almenara/MG, avaliaram parâmetros físico-químicos e encontraram variação média para alcalinidade total de 10,00 a 12,60 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

Tabela 8 - Valores médios obtidos para alcalinidade total (mg/L CaCO<sub>3</sub>) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1  | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 279,00±4,58aB  | 138,00±1,73aE | 162,00±1,73aB | 258,00±6,24aC |
|        | T | 265,00±2,64aB  | 138,00±1,73aC | 165,00±1,73aC | 252,00±6,24aC |
| Set/19 | P | 390,00±10,39aA | 203,00±4,36aB | 234,00±4,58aA | 322,00±1,22aB |
|        | T | 379,00±2,65aA  | 200,00±2,65aB | 240,00±1,73aB | 327,00±1,73aB |
| Out/19 | P | 285,00±0,00aB  | 153,00±1,73bD | 177,00±1,73aB | 251,00±5,57aC |
|        | T | 293,00±4,35aB  | 199,00±2,64aA | 171,00±4,58aC | 247,00±1,00aC |
| Nov/19 | P | 414,00±3,46bA  | 222,00±0,00bA | 252,00±6,24bA | 380,00±8,54bA |
|        | T | 423,00±0,00aA  | 250,00±11,14a | 290,00±3,61aA | 399,00±0,00aA |
| Dez/19 | P | 279,00±1,73aB  | 165,00±0,00aC | 165,00±4,58aB | 233,00±5,29aC |
|        | T | 258,00±10,39aB | 160,00±2,65aC | 162,00±3,46aC | 249,00±4,58aC |

Na coluna, letras iguais minúsculas representam que não existe diferença significativa entre P (poço) e T (torneira) dentro do mês estudado e letras iguais maiúsculas entre poços ou torneira ao longo dos meses estudados, dentro de cada propriedade, pelo teste de Tukey ou teste de Kuskal-Walis ( $p < 0,05$ ). Média ± Erro Padrão. Fonte: Autora (2021).

No presente estudo os valores de alcalinidade total que é a soma de bases tituláveis principalmente de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos, estiveram associadas com as

variações do pH confirmados pelos resultados destas duas variáveis. Águas com maiores valores de alcalinidade total, como nas propriedades rurais 1 e 4 não apresentaram grandes variações de pH e estando de acordo com o sistema ácido carbônico da água.

#### 4.10 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Nas propriedades rurais 1, 2 e 4, houve diferença significativa entre poço e torneira nos meses de novembro/19; agosto, novembro e dezembro/19; setembro e dezembro/19, respectivamente (Tabela 9). Já na propriedade rural 3, não houve diferença significativa desta variável.

Na comparação entre poço ou entre torneira de todas as propriedades rurais, houve uma diminuição significativa nos valores médios de pH no mês de dezembro/19.

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 recomenda que a água deve apresentar pH entre 6,0 a 9,0. Já a OMS (2017) estabelece valores entre 6,0 a 9,5. De acordo com os valores obtidos, apenas a propriedade rural 3 no mês de dezembro/19 apresentou desconformidade com estas legislações. Águas que apresentam  $\text{pH} < 7$  são consideradas em condições ácidas,  $\text{pH} = 7$  neutras e  $\text{pH} > 7$  condições básicas (VON SPERLING, 2014).

Tabela 9 - Valores médios obtidos para potencial hidrogeniônico (pH) nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | 7,20±0,06aBC  | 7,55±0,09bA   | 6,73±0,03aB   | 7,27±0,03aA   |
|        | T | 7,27±0,09aA   | 6,73±0,03aA   | 6,95±0,06aA   | 7,10±0,06aB   |
| Set/19 | P | 7,27±0,09aB   | 6,23±0,12aC   | 6,27±0,07aC   | 6,77±0,04bB   |
|        | T | 7,50±0,15aA   | 6,17±0,09aB   | 6,30±0,06aB   | 7,13±0,07aB   |
| Out/19 | P | 7,20±0,06aBC  | 6,70±0,06aB   | 6,97±0,03aA   | 7,23±0,03aA   |
|        | T | 7,30±0,06aA   | 6,70±0,06aA   | 6,97±0,03aA   | 7,27±0,03aB   |
| Nov/19 | P | 7,70±0,00bA   | 6,90±0,00aB   | 6,90±0,00aAB  | 7,27±0,03aA   |
|        | T | 7,50±0,00aA   | 6,80±0,00bA   | 6,87±0,03aA   | 7,30±0,00aB   |
| Dez/19 | P | 6,93±0,07aC   | 6,17±0,03bC   | 5,77±0,03aD   | 7,13±0,09bA   |
|        | T | 6,80±0,06aB   | 6,20±0,06aB   | 5,83±0,03aB   | 7,27±0,09aA   |

Fonte: Autora (2021).

Gomes (2019) e Karlinski (2017), em estudos de água de consumo de poços rasos em Pinheirinho do Vale e Três de Maio/RS, respectivamente, obtiveram valores de pH próximos ao presente estudo.



Sousa et al. (2019) investigaram a qualidade da água de propriedades rurais situadas no município de Floriano/PI, onde registraram valores de pH 7,5; 7,3 e 7,2 nos três poços rasos analisados, enquadrando-se dentro dos valores estabelecidos pela legislação.

#### 4.11 COLIFORMES TOTAIS E *ESCHERICHIA COLI* (*E. COLI*)

Em todas as propriedades rurais estudadas ao longo dos meses apresentaram resultados positivos de coliformes totais, tanto no poço quanto na torneira (Tabela 10).

As propriedades rurais 1 e 4, apresentaram menor quantificação com valores médios que variaram de <2 a 50 NMP/100ml e as propriedades rurais 3 e 4 apresentaram a maior quantificação, com valores médios variaram de <2 a 1600 NMP/100ml.

A Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017) estabelecem que para a água de consumo deve haver ausência de coliformes totais em 100 ml de água, portanto todas as propriedades rurais estão em desacordo com estas legislações.

Tabela 10 - Quantificação de coliformes totais (NMP/100ml) da água nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | <2            | 500           | 130           | 50            |
|        | T | <2            | 170           | 1600          | 13            |
| Set/19 | P | 6             | 2             | <2            | <2            |
|        | T | 2             | 17            | 6             | <2            |
| Out/19 | P | 4             | 1600          | 350           | 2             |
|        | T | 7             | 4             | 130           | 8             |
| Nov/19 | P | 2             | 300           | 50            | <2            |
|        | T | 2             | 130           | 300           | <2            |
| Dez/19 | P | 2             | 280           | 170           | 2             |
|        | T | 2             | 130           | 90            | <2            |

Fonte: Autora (2021).

Nas propriedades rurais 1, 2 e 3 ao longo dos meses estudados ambos poço e torneira apresentaram valores positivos para *E. coli*, os valores médios variaram de <2 a 50 NMP/100ml (Tabela 11). Na propriedade rural 4, não houve resultado positivo para *E. coli* ao longo dos meses estudados.

Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021 e a OMS (2017) estabelecem que para a água de consumo deve haver ausência de *E. coli* em 100 ml de água, logo as propriedades rurais 1, 2 e 3 estão em desacordo com estas legislações.

Tabela 11 - Quantificação de *Escherichia coli* (NMP/100ml) da água nos meses estudados.

| Meses  |   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|--------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ago/19 | P | <2            | 2             | <2            | <2            |
|        | T | <2            | <2            | <2            | <2            |
| Set/19 | P | <2            | <2            | 2             | <2            |
|        | T | <2            | <2            | <2            | <2            |
| Out/19 | P | <2            | 50            | <2            | <2            |
|        | T | 6             | <2            | <2            | <2            |
| Nov/19 | P | <2            | 30            | 4             | <2            |
|        | T | <2            | 2             | 8             | <2            |
| Dez/19 | P | <2            | 4             | <2            | <2            |
|        | T | <2            | 2             | 4             | <2            |

Fonte: Autora (2021).

Uma possível explicação para os poços com maior quantificação de coliformes totais e *E. coli* que estes encontram-se em más condições de uso, encanamento do poço até o reservatório precário e com rachaduras. Na propriedade rural 2, o poço é totalmente exposto sem qualquer tipo de proteção (tampa) e localizado em um nível mais baixo no terreno da propriedade, onde propicia o escoamento da água chuva para o local.

Nas propriedades 1 e 4 com a menor quantificação de coliformes e *E. coli*, possivelmente está ligado ao fato de tubulação, reservatório e torneiras, também por possuir maior profundidade que os outros poços amostrados neste estudo. Schneider (2019) (Taquaruçu do Sul) também constatou que os poços rasos com melhores condições de uso interferiram nos resultados das variáveis microbiológicas.

Lazarotto et al. (2020) avaliaram qualidade da água em poços rasos no município de Caiçara/RS em três propriedades rurais, e em algum momento nos pontos amostrados poço e torneira constataram presença de coliformes totais e *E. coli*, semelhantes aos resultados do presente trabalho.

Sant`Helena et al. (2019) salientam a importância do isolamento das áreas de nascentes e poços para evitar o acesso de animais e pessoas visando a preservação e não contaminação dos recursos hídricos.

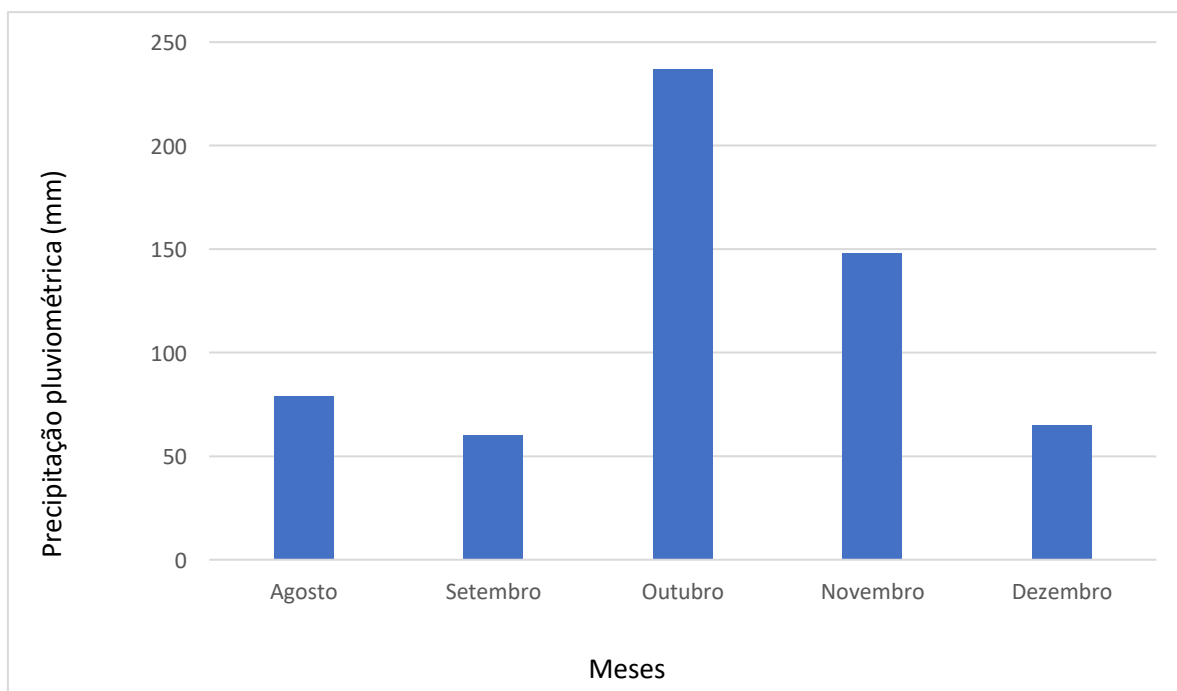
Os resultados encontrados neste estudo corroboram com outros trabalhos realizados na mesma região do Rio Grande do Sul ao avaliar a qualidade de água de poços rasos em propriedades rurais, classificadas impróprias para consumo humano devido contaminação Schneider (2019) (Taquaruçu do Sul), Gomes (2019) (Pinheirinho do Vale), Granoski (2019) e Hofstätter (2021).

#### 4.12 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

A precipitação pluviométrica registrada no período de amostragem demonstra que os maiores níveis de chuva foram encontrados nos meses de outubro e novembro/19 (figura 8), totalizando 385 mm. No quadro 4 estão apresentados os níveis de precipitação registrados durante a realização das coletas.

De forma geral, observa-se no trabalho que houve alterações significativas nas variáveis físicas e químicas da água de consumo humano das propriedades rurais estudadas, decorrentes da associação destas com a precipitação pluviométrica. Assim, os resultados apresentados das variáveis: fluoreto, dureza total e pH, que diminuíram significativamente no mês de novembro/19, bem como ferro total, condutividade elétrica, turbidez e alcalinidade total, que aumentaram significativamente neste mês, comprovam tal fato.

Figura 8 – Precipitação pluviométrica nos meses amostrados em 2019



Fonte: Construído pela autora a partir de dados obtidos da Cooperjab (2021)

Quadro 4: Níveis pluviométricos ao longo do período estudado.

(continua)

| Data da coleta | Precipitação pluviométrica na data (mm) | Precipitação pluviométrica anterior (mm) |
|----------------|---|--|
| 26/08/19       | 0                                       | Dia 10/08: 03                            |

Quadro 4: Níveis pluviométricos ao longo do período estudado.

(continuação)

|          |    |               |
|----------|----|---------------|
| 09/09/19 | 0  | Dia 06/09: 14 |
| 21/10/19 | 19 | Dia 18/10: 19 |
| 29/11/19 | 0  | Dia 26/11: 35 |
| 16/12/19 | 13 | Dia 15/12: 22 |

Fonte: Construído a partir de dados obtidos pela Cooperjab.

#### 4.12 ANÁLISE MACROSCÓPICA

A análise macroscópica realizada no entorno dos poços rasos das quatro propriedades rurais estudadas e classificadas quanto ao grau de preservação das mesmas estão apresentadas no Quadro 5:

Quadro 5 - Análise macroscópica dos poços rasos amostrados

| Parâmetros Macroscópicos   | Propriedade 1 | Propriedade 2 | Propriedade 3 | Propriedade 4 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Cor da água                | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Odor                       | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Resíduo ao redor           | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Materiais flutuantes       | 3             | 2             | 3             | 3             |
| Espumas                    | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Óleos                      | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Esgotos                    | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Vegetação (Preservação)    | 2             | 1             | 2             | 3             |
| Uso por animais            | 3             | 2             | 1             | 3             |
| Uso por humanos            | 2             | 1             | 2             | 2             |
| Proteção do local          | 2             | 1             | 1             | 3             |
| Proximidade de residências | 3             | 3             | 3             | 3             |
| Tipo de área de inserção   | 2             | 2             | 2             | 2             |
| <b>Total</b>               | <b>35</b>     | <b>30</b>     | <b>32</b>     | <b>37</b>     |
| <b>Classificação</b>       | <b>B</b>      | <b>D</b>      | <b>C</b>      | <b>A</b>      |

Fonte: Autora (2021).

A propriedade rural 1 foi classificada como boa (B) pois não foi detectado odor,

resíduos ao redor, materiais flutuantes, espumas, óleos ou esgotos no poço e a água mostrava-se transparente. A vegetação nas proximidades do local é do tipo gramíneas e algumas árvores frutíferas. O poço raso possui estrutura de tijolos e o local é protegido do acesso de animais, mas de fácil acesso a pessoas. Este apresenta um pouco mais de 50 metros de distância das duas residências que são abastecidas pelo mesmo.

A propriedade rural 2 foi classificada como ruim (D) já que a água mostrava-se transparente, sem odor, resíduos ao redor, óleos, espumas e esgotos, porém, havia presença de folhas e galhos flutuando sobre a água. O poço raso está localizado no meio de uma pequena mata, no local existem inúmeras espécies nativas de plantas e mais acima uma lavoura onde há várias culturas. Não há proteção no entorno do poço e nem sobre este, assim possibilitando o uso por animais e acesso de pessoas. O local é distante, em torno de 200 metros da residência que é abastecida.

A propriedade rural 3 foi classificada como razoável (C) uma vez que a água não apresentou coloração, odor, resíduos, materiais flutuantes, espumas, esgotos ou óleos. O poço raso fica próximo a uma área de criação de animais (potreiro) e o local é cercado, mas ainda existem formas de acesso, e é utilizada uma lona para cobrir o poço. A vegetação predominante é formada por gramíneas, pastagem e algumas espécies de árvores nativas e a residência abastecida fica em torno de 80 metros de distância.

A propriedade rural 4 foi classificada como ótima (A) e não foi constatada presença de resíduos, materiais flutuantes, espumas, óleos e esgotos, em que a água mostrava-se transparente e sem odor. A estrutura do poço raso apresentava-se em boas condições de uso, com cobertura e o local protegido do acesso de pessoas e animais. De modo geral, a vegetação no local e proximidades do poço é composta por gramíneas altas e baixas. Este fica em torno de 120 metros de distância da residência.

Portanto, as propriedades rurais privadas foram classificadas como ótima, boa, razoável e ruim quanto ao grau de preservação das mesmas. Nota-se que o impacto ambiental da análise macroscópica tem relação com os resultados obtidos nas demais variáveis físicas, químicas e biológicas analisadas, em que alguns fatores podem estar interferindo na qualidade da água, principalmente a falta de proteção e cobertura dos poços rasos.

Schneider (2019) ao realizar análise macroscópica constatou que as más condições dos poços, falta de proteção e as tubulações rachadas influenciaram na qualidade da água.

Gomes (2019), Lazarotto et al. (2020) e Hofstätter (2020) também encontraram

na avaliação macroscópica classificação de ruim, razoável e boa, em poços rasos de água de consumo nos municípios de Pinheirinho do Vale, Erval Seco e Caiçara/RS, respectivamente.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis físicas e químicas turbidez, nitrito, fluoreto, dureza total e pH encontram-se em acordo com a legislação brasileira de potabilidade (Portaria GM/MS n° 888 de 04 de maio de 2021) e a Legislação Mundial (OMS, 2017).

Em relação as variáveis cor aparente, ferro total e variáveis biológicas (coliformes totais e *Escherichia coli*), estas estão em desconformidade com as legislações vigentes (OMS, 2017; BRASIL, 2021). Possivelmente as variáveis físicas e químicas cor aparente e ferro total foram influenciadas pela alta precipitação pluviométrica ocorrida no período amostral no mês de novembro/19.

Na comparação da potabilidade de água entre o poço e a torneira em todas as variáveis analisadas em determinado momento do período amostral apresentaram diferença de valores da água coletada no poço para a água coletada na torneira da residência.

A análise macroscópica demonstrou que as propriedades rurais 2 e 3 foram classificadas como ruim e razoável, respectivamente, devido ao baixo grau de preservação no entorno dos poços rasos estudados. Por outro lado, a propriedade rural 1 foi classificada como boa e a propriedade rural 4 foi classificada como ótima, estando associada ao alto grau de conservação.

Como sugestão para melhorar a qualidade da água dos poços que estiveram com a classificação razoável e ruim é confeccionar cercas ao redor dos poços com o objetivo de impedir o acesso de animais no local, e também fazer uso de lona ou outro material para cobri-los. Além destes cuidados, em todas as propriedades rurais estudadas, realizar a cloração na água (tratamento) para a remoção dos contaminantes biológicos.

## REFERÊNCIAS

- ABAS. Associação Brasileira de Água Subterrânea. **Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**. Jun-Jul de 2007. Disponível em: <[http://www.abas.org/abasinforma/171/ABAS\\_INFO\\_171.pdf](http://www.abas.org/abasinforma/171/ABAS_INFO_171.pdf)> Acesso em: 16 de jul.2021.
- AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, p. 510-514, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rsp/a/Gf5rNkVxPCSQYSXxHGykMFB/?format=pdf&lang=p>>. Acesso em: 21 jul. 2021.
- AMARAL, L.A. **Controle de qualidade da água utilizada em avicultura**. In: Macari, M. (Ed.) Água na avicultura industrial. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.93-124.
- ANA. Agência Nacional de Águas. 2010. **Atlas Brasil de Abastecimento Urbano de Água**. Disponível em:<<https://atlas.ana.gov.br>>. Acesso em: 17 de jul. 2021.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019: Informe Anual**. Brasília – DF: Ana, 2019. 110p. Disponível em: <[http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_anual\\_2019-versao\\_web-0212-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf)>. Acesso em: 16 de jul. 2021.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017: Relatório pleno**. Brasília – DF: Ana, 2017. 177p. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/usoagua>>. Acesso em: 16 de jul. 2021.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Enquadramento - Bases Conceituais**. Disponível em: <<https://portalpnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>>. Acesso em: 17 de jul. 2021.
- BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe Sobre a Proteção da Vegetação Nativa, altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 15 de jul. 2021.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde**. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS – Brasília: Funasa, 2014. Disponível em:<<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+de+controle+da+qualidade+da+%C3%A1gua+para+t%C3%A9cnicos+que+trabalham+em+ETAS+2014.pdf/85bbdcbc-8cd2-4157-940b-90b5c5bcfc87>>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- BRASIL. **Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde**. Manual Prático de Análise de Água. 4. ed. Brasília, 2013, 150 p. Disponível em:



<[http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files\\_mf/manual\\_pratico\\_de\\_analise\\_de\\_agua\\_2.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

**BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde.** Tratamento De Águas Com Excesso De Ânions Fluoreto E Nitrato Utilizando Hdls, Argilas E Zeólitas Como Adsorventes – Natal: Funasa, 2018. Disponível em: <[http://200.252.231.40/documents/20182/39040/Mnl\\_Tratamento\\_de\\_aguas\\_com\\_exc\\_e\\_sso\\_de\\_anions\\_fluoreto\\_e\\_nitrato.pdf/3321f2ea-5b07-417d-8c08-769d69d1edd9](http://200.252.231.40/documents/20182/39040/Mnl_Tratamento_de_aguas_com_exc_e_sso_de_anions_fluoreto_e_nitrato.pdf/3321f2ea-5b07-417d-8c08-769d69d1edd9)>. Acesso em: 12 jul. 2021.

**BRASIL. Portaria Gabinete do Ministro/Ministério da Saúde (GM/MS) nº 888 de 4de Maio de 2021.** Ministério da saúde, 2017. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

**BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Implementa a Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. IBAMA, 1986. Disponível em: <<http://www.palmares.gov.br/wp-content/uploads/2018/09/res-conama-01-1986.pdf>>. Acesso em: 14 de jul. 2021.

**BRASIL. Resolução CONAMA nº 396, de 07 de abril de 2008.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=56>>. Acesso em: 16 de jul. 2021.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, MT: avaliação microbiológica, físico-química e fatores de risco à saúde. **Holos**. v. 2(32): 179-188, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4815/481554865016.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CABRAL, G. A. J. **Comportamento dos compostos nitrogenados, amônia, nitrito e nitratos, em águas subterrâneas**, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química), Universidade Federal do Ceará, 2020.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. Apêndice E. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguasinteriores/wpcontent/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CIDADE-BRASIL. **Município de Jaboticaba-Rs**. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-jaboticaba.html>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

DE CARVALHO, D. A. F., & MONTEIRO, C. A. B. Avaliação da qualidade da água para consumo humano na zona urbana de Campo Maior-PI. **Revista Brasileira**

**de Gestão Ambiental**, 14(1), 69-75, 2020. Disponível em:

<file:///C:/Users/Vanessa/Downloads/7588-Texto%20do%20artigo-38589-1-10-20200309%20(1).pdf>. Acesso em: 06 jun. 2021.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp,1998.

FABRIS, B. T.; JOÃO, J. J.; BORGES, E. M. Quantificação de Nitrito em Água Utilizando um Scanner de Mesa. **Revista Virtual de Química**, v. 12, p. 569-582, 2020. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v12n3a03.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

FALAVINHA, G.; DEGENHARDT, R. Qualidade microbiológica da água de nascentes e poços da Comunidade de Barro Branco, Capinzal, SC. **Unoesc & Ciência-ACBS**, Joaçaba, v. 5, n. 2, p. 209-216, 2014. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235124237.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

FALCADE, D. R.; MANNICH, M.; COLOMBO, G. T. Tubo de turbidez para determinação de baixo custo da turbidez em corpos d'água superficiais. **REGA-Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 14, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://(PDF) Tubo de turbidez para determinação de baixo custo da turbidez em corpos d-água superficiais (researchgate.net)>. Acesso em: 11 mai. 2021.

FIA, R. et al. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 267 - 275, 2015.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/FatimaFia/publication/305306771\_Qualidade\_da\_agua\_de\_um\_ecossistema\_lotico\_urbano/links/57cdb3e008ae83b37460e30f/Qualidade-da-agua-de-um-ecossistema-lotico-urbano.pdf >. Acesso em: 12 jul. 2021.

FOLETO, E. M. O Contexto Dos Instrumentos De Gerenciamento Dos Recursos Hídricos No Brasil. **Geoambiente On-Line**, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i30.52823>. Acesso em: 15 de jul. 2021.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C.; ROCHA, G. A. **Riscos De Poluição De Águas Subterrâneas: Uma Proposta Metodológica De Avaliação Regional**. *Águas Subterrâneas*, 1988. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22664/14867>. Acesso em 21 de jul. 2021.

GALVAN, K. A. et al. Análise ambiental macroscópica e a qualidade da água de nascentes na bacia do Rio São Domingos/SC, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 165-176, 2020. Disponível em:

<http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2020.001.0016/1851>. Acesso em: 21 Jul. 2021

GOMES FILHO, R. R. (org), **Gestão de Recursos Hídricos: conceitos de experiências em bacias hidrográficas**. 1. ed. - Goiânia: Gráfica e Editora América, eco-edição com a Editora da UEG, 2013.

GOMES, C. N. **Avaliação da potabilidade da água em poços utilizados para consumo humano do município de Pinheirinho do Vale - RS.** 2019. p. 75. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 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.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/9169/5638>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

GRANOSKI, G. **Avaliação da qualidade da água de poços de consumo humano no município de Planalto - RS.** 2019. p. 60. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2019.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano.** 2a ed. Belo Horizonte, 2010.

HOFSTÄTTER, K. **Caracterização da qualidade da água em poços rasos de consumo humano no município de Erval Seco/RS.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2021.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População de Jaboticaba-rs.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/jaboticaba/panorama>>. Acesso em: 19 mar. 2021.

KAGEYAMA, P. Y. et al. **Restauração da mata ciliar: manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 104p. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/9011>>. Acesso em: 21 jul. 2021.

KARLINSKI, T. L. **Avaliação De Parâmetros Físicos, Químicos E Biológicos Em Água Subterrânea De Abastecimento Individual No Município De Três De Maio-Rs.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2017.

LAUREANO, J. J. et al. **Análise da qualidade da água subterrânea: Estudo de caso micro-bacia do Igarapé Nazaré (Rondônia, Amazônia ocidental),** 2020. Disponível em: <[file:///C:/Users/Vanessa/Downloads/29972-Texto%20do%20artigo-110885-1-10-20201221%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Vanessa/Downloads/29972-Texto%20do%20artigo-110885-1-10-20201221%20(1).pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2021.

LAZAROTTO et al. Análise da potabilidade da água em poços rasos no município de Caiçara no Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.42, n. 86, 2020. Disponível em:

<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/rt/prINTERfriendly/40496/html>. Acesso em: 06 jun. 2021.

LAZAROTTO, D. V. **Análise da potabilidade da água em poços rasos no município de caixara/RS**, Brasil. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2018.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água**. 3 ed. Campinas, SP. Editora Átomo, 2010.

LIMA, J. A. M. de. **Mapeamento Da Incidência De Flúor Em Águas Subterrâneas No Estado Da Paraíba**, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Ambiental) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba 2021.

LIMA, J. E. F. W. Recursos hídricos no Brasil e no mundo. **Embrapa Cerrados- Documentos (INFOTECA-E)**, 2001. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/555374/1/doc33.pdf>>. Acesso em: 15 de jul. 2021.

MENEZES, W. M. et al. Análise Físico-Química De Água De Um Poço Amazonas Situado Na Zona Rural Do Município De Itambé-Pe, 2018. In: JOIN, ENCONTRO INTERNACIONAL DE JOVENS INVESTIGADORES, EDIÇÃO BRASIL. Disponível em: <[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/join/2017/TRABALHO\\_EV081\\_MD4\\_SA53\\_ID783\\_07092017091551.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/join/2017/TRABALHO_EV081_MD4_SA53_ID783_07092017091551.pdf)>. Acesso em: 11 mai. 2021.

MUCHIMBANE, A. B. D. A. **Estudo dos Indicadores de Contaminação das Águas Subterrâneas por Sistemas de Saneamento “in Situ” - Distrito Urbano 4, Cidade de Maputo, Moçambique**. 2010. 131f. Dissertação (Mestrado em Recursos minerais e hidrogeologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

NETO, W. R. N, et al. **Análise da potabilidade das águas dos poços rasos escavados da comunidade do Taim em São Luís–Maranhão**. *Águas Subterrâneas*, 2017, 31.3: 272-280. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/assubterraneas/article/view/28869/18728>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

NOLASCO, G. M, et al. Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, 2020, 2.2: 52-64. Disponível em: <<http://recital.almenara.ifnmg.edu.br/index.php/recital/article/view/60/53>>. Acesso em: 12 jul. 2021.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde. **Relatório mundial desaúde, 2006**: trabalhando juntos pela saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde/OMS, 2007. Disponível em:

<[https://www.who.int/whr/2006/06\\_overview\\_pr.pdf?ua=1](https://www.who.int/whr/2006/06_overview_pr.pdf?ua=1)>.

Acesso em: 12 jul. 2021.

PEREIRA, S. T. Análise De Variáveis Físico-Químicas E Biológicas De Poços Rasos De Consumo Humano Em Palmitinho/RS. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e sanitária), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2019.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: 2006.

POHLING, R. **Reações químicas na análise de água**. Fortaleza: Arte visual, 2009.

Prefeitura Municipal de Jaboticaba/RS. Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente, 2021.

Prefeitura Municipal de Jaboticaba/RS. Vigilância Sanitária, 2021.

ROSA, C. C. B. et al.; Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ). In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas **Anais**. Cuiabá/MT, 2004. Disponível em:

<<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/7901/6084>>.

Acesso em: 17 de jul. 2021.

SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade da água**. Disponível em: <Sabesp » Água » Qualidade da água tratada.>. Acesso em: 12 jul. 2021.

SALING, C. et al. Avaliação da qualidade da água de poços rasos no município de Colinas – **Revista RS Tecno-lógica** (Santa Cruz do Sul), 01 July 2017, Vol.21(2), pp.59-64. Disponível em:

<<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/7901>>. Acesso em:

17 de jul. 2021.

SANT'HELENA, A. Análise microbiológica da água em curitibanos-sc e sua ligação com fatores sócio-ambientais. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, p. 15-20, 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/2131/1073>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

SANTOS, S. L.; VASCONCELOS, L. L. de; SANTOS, R. N dos. Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo em residências de um município do sertão central. **Revista Expressão Católica Saúde**, v. 4, ed. 1, 2019. Disponível em: <[https://bvsm.sau.gov.br/bvs/artigos/qualidade\\_fisico\\_quimica\\_microbiologica\\_%C3%A1gua\\_consumo\\_humano.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/artigos/qualidade_fisico_quimica_microbiologica_%C3%A1gua_consumo_humano.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2021.

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

SEBRAE. **Perfil das Cidades Gaúchas**. Jaboticaba, 2020.

SEQUINATTO, L. et al. **Contaminação da água por agrotóxicos numa microbaciocultivada com fumo**. XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação de Solo e Água. Aracaju, Pôster, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jose-Miguel-Reichert/publication/337870205\\_Contaminacao\\_da\\_agua\\_por\\_agrotoxicos\\_numa\\_microbacia\\_cultivada\\_com\\_fumo/links/5defcc32299bf10bc35193cd/Contaminacao-da-agua-por-agrotoxicos-numa-microbacia-cultivada-com-fumo.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Miguel-Reichert/publication/337870205_Contaminacao_da_agua_por_agrotoxicos_numa_microbacia_cultivada_com_fumo/links/5defcc32299bf10bc35193cd/Contaminacao-da-agua-por-agrotoxicos-numa-microbacia-cultivada-com-fumo.pdf)>. Acesso em: 21 jul. 2021.

SILVA, A. E. P. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, Manaus. v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/mwHP8HMv955dkZ984LmmGLr/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

SILVA, M. L. N. da. et al. Análise da qualidade de água de poços rasos no interior do município de Caxambu do Sul - Sc, um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 14, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/6125/pdf>>. Acesso em: 06. jun. 2021.

SOLDERA, B. C. **Água compensável (ac): definição de um novo indicador ambiental**, 2017. Tese de Doutorado (Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2017.

SOUSA, C. R. N. A. et al. Análise da qualidade da água de três propriedades rurais do município de Floriano, Piauí. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, 9(2), 17-23. 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/Vanessa/Downloads/3877-Texto%20do%20artigo-38222-1-10-20190812.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

SOUZA, S. R.; SOUSA, E. O. Potabilidade Da Água De Cacimbas: Estudo De Caso Em Um Distrito Da Cidade De Barro, Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 14, n. 4, p. 321-328, 2020. Disponível em: <<http://200.145.54.5/index.php/BIOENG/article/view/949>>. Acesso em: 06 jun. 2021.

TAVARES, A.R. **Monitoramento da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul diagnóstico de conservação**. Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA, São José dos Campos, São Paulo. 176pp, 2005.

TOLEDO, R. F, PELICIONI, M. C. F. **O papel da educação para a promoção da saúde**. In: Giatti LL, organizador. Fundamentos de Saúde Ambiental. Manaus: UFAM;2009. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002431664>>. Acesso em: 15 de jul. 2021.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. **Livro Água doce**, cap. 14, 1997.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014. 472p.

**APÊNDICE****TERMO DE  
ACEITAÇÃO**

Eu, Vanessa Facó Tarone, acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM campus Frederico Westphalen, venho por meio deste, solicitar sua autorização para realizar coletas da água subterrânea utilizada para abastecimento individual em sua propriedade e analisar as características físicas, químicas e biológicas da água, com o objetivo de realizar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) com o título “Avaliação De Potabilidade Da Água De Poços Rasos Para Consumo Humano No Município de Jaboticaba/Rs”.

O Senhor(a) aceita?

Sim  Não

---

Assinatura do Proprietário