



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CERRO LARGO

CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

RAQUEL ROLL RICHERT

**MONITORAMENTO DE QUATRO PONTOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ROQUE GONZALES/RS**

CERRO LARGO

2018

RAQUEL ROLL RICHERT

**MONITORAMENTO DE QUATRO PONTOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
PÚBLICA DO MUNICÍPIO DE ROQUE GONZALES/RS**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentando como requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora Prof. Dr. Juliana Marques Schöntag

CERRO LARGO

2018

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Richert, Raquel Roll
Monitoramento de Quatro Pontos de Abastecimento de
Água Pública do Município de Roque Gonzales/RS / Raquel
Roll Richert. -- 2019.
45 f.

Orientador: Dr^a Juliana Marques Schöntag.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro Largo, RS ,
2019.

1. Águas subterrâneas. 2. Abastecimento humano. 3.
Potabilidade. I. Schöntag, Juliana Marques, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA – BACHARELADO

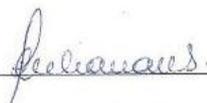
RAQUEL ROLL RICHERT

**MONITORAMENTO DE QUATRO PONTOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE ROQUE GONZALES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito para obtenção do título de Engenharia Ambiental e Sanitário.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em 11 de dezembro de 2018.

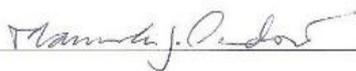
Banca Examinadora:



Prof. Dra. Juliana Marques Schöntag-UFFS
(Orientadora)



Prof. Dra. Alcione Aparecia de Almeida Alves-UFFS
(Banca Examinadora)



Prof. Dra. Manuella Gomes de Almeida- UFFS
(Banca Examinadora)

Cerro Largo, 11 de dezembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal da Fronteira Sul *campus* de Cerro Largo (UFFS), eternamente.

A minha professora orientadora Prof^ª. Dr^ª Juliana Marques Schönntag, pela excelente orientação, pelos ensinamentos e pela amizade prestada durante o trabalho.

Aos técnicos do laboratório e aos demais professores da UFFS que colaboraram no meu aprendizado no decorrer da graduação.

Aos professores do curso, pela amizade, companheirismo e ajuda. Enfim, um muito obrigado a todos que contribuíram de uma ou outra forma para a minha formação ou na elaboração desse trabalho.

A minha família por todo apoio, dedicação e auxílio em todas as etapas da minha vida e formação.

Ao meu companheiro Matheus Kuhn Strochein, que sempre está ao meu lado, e me ajudou em todos os momentos, amo você.

Aos funcionários da prefeitura municipal de Roque Gonzales pela colaboração para elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas: Edinéia Krenzke da Silveira, Letícia Hermann, Bárbara Luiza Brandenburg, Marlon Júnior Bialas, Dione Marcelo Gertz, Fernando Agnes, Cristiano Rauber Pauli, Alexandre Luiz Schäffer, Giovane Martins, Júnior Isaías Hoffmann, Alessandro Nascimento, Leandro Pellenz, Cristiano Ferst e Taísa Welter, pela parceria incondicional.

RESUMO

A água potável de qualidade está cada vez mais difícil de chegar ao consumidor, pois com o passar dos anos o solo e os corpos hídricos recebem quantidades maiores de carga de contaminantes, matéria orgânica, lixiviados, alterando assim as características físicas, químicas e biológicas da água superficial e dos mananciais subterrâneos. Por estes motivos a água deve no mínimo passar pelo processo de desinfecção para que possa atender os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente. No município de Roque Gonzales/RS a prefeitura municipal é responsável pela gestão do saneamento básico, porém é de conhecimento da população local que alguns poços que são fonte de abastecimento de água não recebem o devido tratamento para tornar esta água uma fonte confiável de água potável. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as características físico-químicas e biológicas, da água subterrânea de poços artesianos utilizados para abastecimento humano, no município de Roque Gonzales/RS, com o propósito de verificar a sua potabilidade por meio da comparação com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (MS). Foram analisadas amostras de água de quatro poços artesianos utilizadas para abastecimento humano dois em comunidades rurais do município e dois na área urbana do município supracitado, a fim de verificar a variação da qualidade da água baseado nos parâmetros: cor aparente, turbidez, temperatura, condutividade elétrica, sólidos totais, pH, alcalinidade, dureza, coliformes totais, oxigênio dissolvido, salinidade e fluoretos. Em seguida, realizou-se a comparação com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS. Para os parâmetros analisados e comparados com a legislação vigente os valores de cloro residual livre não apresentou valores satisfatórios ficando abaixo do valor mínimo permitido nos poços da Colônia Gramado e Esquina Laranjeira, já os demais parâmetros analisados encontraram-se dentro do estipulado pela Portaria que em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) é obrigatório a manutenção de no mínimo 0,2 mg/L de cloro residual livre ou de 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro.

Palavras-chave: Águas subterrâneas. Abastecimento humano. Potabilidade.

ABSTRACT

Quality drinking water is increasingly difficult to reach the consumer because over the years, soil and water bodies receive higher amounts of contaminants, organic matter, leachate, thus altering the physical, chemical and biological characteristics of the soil. surface water and underground water sources. For these reasons the water must at least go through the disinfection process in order to meet the drinking standards established by the current legislation. In the municipality of Roque Gonzales / RS, the municipal government is responsible for the management of basic sanitation, but it is well known to the local population that some wells that are a source of water do not receive due treatment to make this water a reliable source of drinking water . The present work had the objective of evaluating the physical-chemical and biological characteristics of groundwater of artesian wells used for human supply in the municipality of Roque Gonzales / RS, with the purpose of verifying its potability through the comparison with the Consolidation No. 05/2017 of the Ministry of Health (MS). Water samples were analyzed from four artesian wells used for human supply two in rural communities of the municipality and two in the urban area of the above mentioned municipality, in order to verify the variation of water quality based on the parameters: apparent color, turbidity, temperature, conductivity electrical, total solids, pH, alkalinity, hardness, total coliforms, dissolved oxygen, salinity and fluorides. Subsequently, the comparison was made with the Consolidation Ordinance No. 05/2017 of the MS. For the parameters analyzed and compared with the current legislation, the values of free residual chlorine did not present satisfactory values being below the minimum value allowed in the wells of Colônia Gramado and Esquina Laranjeira, while the other parameters analyzed were within the stipulated by the Ordinance that in distribution system (reservoir and grid) the maintenance of a minimum of 0,2 mg /L of free residual chlorine or 2 mg /L of combined residual chlorine or 0.2 mg /L of chloro.

Keywords: Groundwater. Human supplies. Drinking water.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Município de Roque Gonzales/ RS e pontos de coleta de água para análises.	23
Figura 2 - Poço Colônia Gramado	24
Figura 3 - Poço Esquina Laranjeira.	24
Figura 4 - Poço Vila Santo Antônio	25
Figura 5 - Poço Vila Grings.....	25
Figura 6 - Procedimento para análise de sólidos totais.	27
Figura 7 - Procedimento para análise de cloro, alcalinidade, pH e dureza.....	28
Figura 8 - Análise utilizando o YSI Professional Plus multiparâmetro.	29
Figura 9 - Valores para o parâmetro Cor Aparente da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	30
Figura 10 - Valores para o parâmetro de Turbidez da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	31
Figura 11 - Valores para o parâmetro de Temperatura da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	32
Figura 12 - Valores para o parâmetro de Condutividade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	33
Figura 13 - Valores para o parâmetro Sólidos Totais da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	34
Figura 14 - Valores para o parâmetro de pH da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	35
Figura 15 - Valores para o parâmetro de Alcalinidade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	36
Figura 16 - Valores para o parâmetro Dureza da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	37
Figura 17 - Valores para o parâmetro Oxigênio Dissolvido da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	38
Figura 18 - Valores para o parâmetro Salinidade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	39
Figura 19 - Valores para o parâmetro de Fluoretos da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	40
Figura 20 - Valores para o parâmetro Cloro da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Problemática da Falta de Água Potável	13
3.2 Aquífero	13
3.3 Poluição da Água Subterrânea	14
3.4 Parâmetros físicos químicos e biológicos de qualidade da Água	16
3.4.1 Cor Aparente	16
3.4.2 Turbidez.....	16
3.4.3 Temperatura.....	17
3.4.4 Condutividade elétrica.....	17
3.4.5 Sólidos	17
3.4.6 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	18
3.4.7 Alcalinidade.....	18
3.4.8 Dureza.....	19
3.4.9 Coliformes totais	19
3.4.10 Oxigênio Dissolvido	20
3.4.11 Salinidade	20
3.5 Legislação	21
4 METODOLOGIA	23
4.1 Caracterização da Área de Estudo	23
4.1.1 Caracterização dos Pontos de Coleta.....	25
4.2 Plano de Amostragem	26

4.2.1 Análise das amostras	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
5.1 Cor Aparente	30
5.2 Turbidez	30
5.3 Temperatura	31
5.4 Condutividade Elétrica	32
5.5 Sólidos Totais	33
5.6 PH.....	34
5.7 Alcalinidade.....	35
5.8 Dureza.....	36
5.9 Coliformes Totais.....	37
5.10 Oxigênio dissolvido.....	37
5.11 Salinidade	38
5.12 Fluoretos.....	39
5.13 Cloro	40
6 CONCLUSÕES.....	42

1 INTRODUÇÃO

A água é o principal recurso natural para a manutenção da vida no planeta Terra, tornou-se um bem de uso imprescindível ao desenvolvimento do ser humano. A água subterrânea é parte essencial do ciclo hidrológico devido seu longo tempo de residência, pequena variabilidade, fluxo estável e propriedades químicas pouco variáveis. Portanto, surge a necessidade de executar-se o monitoramento contínuo, para garantir proteção contra contaminações, tanto nos ambientes superficiais, quanto nos subterrâneos, visando a proteção desses recursos naturais. (SILVA; NASCIMENTO; LÖBLER, 2014).

No Brasil, os aquíferos são abundantes, compondo uma parcela significativa da água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins (ANA, 2018).

A extração volumosa de águas subterrâneas não apenas causa o esgotamento das finitas reservas dos aquíferos, como também reduz drasticamente o nível de água de toda a área circundante, isso ocorre devido às redes de canais fluviais que abastece os aquíferos e estes abastecem rios, lagos e riachos (SILVA, 2014).

De acordo com Atlas (2010), do total de municípios brasileiros situados em zona urbana 47 % são abastecidos por mananciais superficiais, 39 % por mananciais subterrâneos e 14 % por mananciais superficiais e subterrâneos.

O uso de mananciais subterrâneos, em pequenos municípios do Rio Grande do Sul, é superior ao uso de mananciais superficiais: 286 municípios do estado (Cerca de 59%) são abastecidos em sua totalidade por águas subterrâneas, enquanto que, as águas de superfície são utilizadas para o abastecimento de 134 sedes urbanas (28%). Os demais municípios (13%) são abastecidos de forma mista, ou seja, mananciais superficiais e subterrâneos (ANA: ATLAS BRASIL, 2010).

A captação de água subterrânea para abastecimento público dispõem de uma qualidade natural que exige poucos esforços no tratamento com boa qualidade natural que é, muitas vezes, suficiente para suprimentos potáveis, exigindo uma atenção mínima ao tratamento (YIDANA, 2010).

Contudo o uso e ocupação da bacia em que o manancial subterrâneo está localizado irá refletir a qualidade final deste bem de consumo. Se comparado às águas superficiais, as águas subterrâneas geralmente possuem alto grau de proteção contra a poluição devido a processos de atenuação física, química e biológica (BARNES et al., 2008).

Segundo Cleary (2007), a água subterrânea é no Brasil, assim como no mundo inteiro, uma fonte indispensável de abastecimento de água. Apesar de serem mais protegidas que as

águas superficiais, as águas subterrâneas podem ser poluídas ou contaminadas quando os poluentes atravessam a porção não saturada do solo.

A prefeitura de Roque Gonzales é o órgão gestor da captação, tratamento e distribuição de água potável para abastecimento público do município que é em sua totalidade abastecido por mananciais subterrâneos. Portanto, é necessário monitorar a qualidade da água e verificar sua adequação quanto a potabilidade para abastecimento humano (WHO, 2005a; WHO, 2005b).

De acordo com estudos divulgados pela Confederação Nacional dos Municípios (2017), existe grande dificuldade dos gestores municipais brasileiros em colocar no papel suas ações para universalizar a oferta dos serviços de água e esgoto, seja pela falta de apoio técnico ou financeiro, apenas 30,4% das cidades possui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as características físico-químicas e biológicas, da água subterrânea de quatro poços artesanais utilizados para abastecimento humano para posterior verificação de sua potabilidade por meio da comparação com os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, do MS.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar as características físicas, químicas e biológicas através dos seguintes parâmetros: alcalinidade, coliformes totais, condutividade elétrica, cor aparente, oxigênio dissolvido (OD), potencial Hidrogeniônico (pH), sólidos totais, temperatura, turbidez, fluoretos, cloro residual livre, dureza e espera-se que através dos parâmetros analisados detectar as causas dos possíveis problemas de incrustação em tubulações que fornecem água para abastecimento público.

- Averiguar se os resultados obtidos nas análises dos poços em relação à os parâmetros físico, químicos e biológicos se encontram de acordo com os valores máximos permitidos (VMP) em relação aos padrões de potabilidade para consumo humano, previstos na Portaria de Consolidação nº 05/ 2017, do MS, após tratamento por sistema de desinfecção e adição de flúor.

- Verificar a eficiência do tratamento simplificado analisando a presença de fluoretos e cloro residual da água de abastecimento público de acordo com a Portaria de Consolidação nº 05, de 2017, do MS, servida a população de Roque Gonzales, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Problemática da Falta de Água Potável

Em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais, a escassez de água potável acaba sendo acentuada. Por meio das diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento torna-se evidente que a crise mundial dos recursos hídricos está diretamente ligada às desigualdades sociais (SILVA, 2014).

De acordo com Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO, 2016), a escassez da água é o resultado da combinação da variabilidade hidrológica e do elevado uso humano, o qual pode, em parte, ser mitigado com infraestruturas de armazenamento.

A disponibilidade de recursos hídricos também está diretamente ligada à qualidade da água, já que a poluição das fontes de água pode impedir diferentes tipos de usos. O aumento do despejo de esgoto não tratado, unido ao escoamento agrícola e as águas residuais da indústria tratadas de forma inadequada, repercute na degradação da qualidade da água em todo o mundo (UNESCO, 2016).

Causas de abastecimento inadequado de água incluem o uso ineficiente, a degradação da água pela poluição e a superexploração das reservas de águas subterrâneas. Ações corretivas visam a alcançar uma melhor gestão dos escassos recursos de água potável, com foco particular na oferta e na demanda, quantidade e qualidade (Nações Unidas, 2018).

No mundo, são mais de 750 milhões de pessoas sem acesso à água potável. As consequências da falta de água ocasiona impactos sociais, econômicos e ambientais. São exemplos esvaziamento das cidades, baixa produção agrícola e industrial, falta de emprego, entre muitos outros (Toda Matéria, 2018).

3.2 Aquífero

Um aquífero é uma unidade geológica que pode armazenar e transmitir água a taxas suficientemente rápidas para fornecer quantidades razoáveis aos poços. Areias e cascalhos não consolidados, arenitos, calcários e dolomitos, fluxos de basalto e rochas fraturadas plutônicas e metamórficas são exemplos de unidades de rochas que constituem os aquíferos (FETTER, 1988).

Vesilind e Morgan (2017, p. 180), destacam que:

A água subterrânea é importante tanto como fonte direta como indireta para o abastecimento de água, uma vez que uma grande fração do fluxo para correntes de água é derivada das águas que estão abaixo da superfície. A água subterrânea é encontrada tanto em locais próximos ou afastados da superfície do solo. Na região perto da superfície da Terra, os poros do solo contém água e ar. Essa região é conhecida como zona de aeração, ou zona vadosa. Ela pode apresentar espessura zero em áreas pantanosas e chegar a ter algumas centenas de metros de espessura em regiões mais áridas. A umidade da zona de aeração não pode ser aproveitada como uma fonte de água, pois fica presa às partículas do solo por forças capilares e não pode ser imediatamente liberada. Abaixo da zona de aeração está a zona de saturação, na qual os poros estão cheios de água, em geral conhecida como água subterrânea. Uma camada que contém uma quantidade substancial de água subterrânea é chamada de aquífero, e a superfície dessa camada saturada é conhecida como lençol freático. Se o aquífero estiver em cima de uma camada impermeável, é chamado de aquífero livre. E se a camada contendo água estiver entre duas camadas impermeáveis, é conhecido como aquífero confinado. Este, às vezes, pode estar sob pressão, assim como em tubulações, e caso um poço esteja dentro de um aquífero confinado sob pressão, tem-se um poço artesianos. Algumas vezes, a pressão é suficiente para permitir que a água flua livremente sem a necessidade de bombas.

Segundo Phillippi (2005), o manancial subterrâneo é uma das mais importantes reservas para o suprimento de água. Fazem parte deste manancial: poços rasos e profundos, nascentes e galerias de infiltração.

3.3 Poluição da Água Subterrânea

Rebouças et al. (2006), alertam para as formas desordenadas de extração de águas subterrâneas, onde poços mal projetados ou abandonados, sem qualquer medida de proteção, constituem os principais focos de poluição do manancial subterrâneo no meio urbano.

As principais rotas para a contaminação de águas de subsolo segundo Rocha et al. (2006), são a disposição inadequada de lixo incluindo ampla variedade de contaminantes orgânicos e inorgânicos; lixiviação de produtos utilizados na agricultura; super bombeamento que pode acarretar em introdução de águas salinas; e acidificação por meio de chuvas ácidas.

Ainda de acordo com Baird e Cann (2011), o tratamento de água subterrânea é muito mais difícil e caro para se solucionar quando comparado a água superficial.

A disposição do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, e descarte inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, os postos de combustíveis e a modernização da agricultura são diversos fatores que podem alterar e comprometer a qualidade das águas subterrâneas (SILVA et al., 2014). Para Tucci (2000), o uso de pesticidas na agricultura é uma fonte de poluição que pode ocorrer de forma indireta, onde o pesticida aplicado no combate as larvas atinge o solo e é carregado pelas águas da chuva para os riachos, rios, lagos e infiltra no lençol freático.

Para Lenzi et al. (2009), as fontes de poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos são várias, podendo ser naturais ou provocadas pelo homem. De acordo com Sperling (2005), a poluição de origem natural pode ser concebida a partir da decomposição da matéria orgânica; oxidação da matéria orgânica; dissolução de rochas (de minerais contendo cálcio e magnésio); através de partículas de rochas, argila e silte; por meio de algas e microrganismos. Lenzi et al. (2014) afirmam que as fontes de poluição de natureza antrópica podem ser a de rejeitos sólidos que a partir da chuva são dissolvidos, lavados, lixiviados e levam o poluente consigo para diferentes locais que irão receber esta poluição (águas superficiais e subterrâneas).

Foster et al. (2002) afirma que vazamentos cloacais e pluviais tendem a contaminar as águas subterrâneas, além do uso de fertilizantes e pesticidas na agricultura e despejo de resíduos de cargas industriais sobre a área de recarga das águas subterrâneas.

O controle do uso e ocupação do solo, por meio da restrição e da fiscalização das atividades antrópicas, é uma das estratégias de proteção das águas subterrâneas e pode ter dois enfoques (FOSTER et al., 2002). O primeiro é a proteção geral de um aquífero, identificando áreas mais vulneráveis à contaminação, a fim de promover um controle regional do uso do solo em toda a sua extensão, sobretudo na zona de afloramento. O segundo enfoque é a proteção pontual, voltada à captação de água subterrânea, considerado um instrumento bastante comum às concessionárias de água.

Segundo Sperling (1996), a qualidade de uma determinada água é função do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica. Mesmo com a bacia preservada em suas condições naturais, a qualidade das águas subterrâneas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto nas mesmas é dependente do contato da água em escoamento ou infiltração com as partículas, substâncias e impurezas do solo.

Numa tentativa de apontar soluções para o problema da contaminação da água, subterrânea no que tange as atividades agrícolas Rebouças (2002), deixa claro que as atividades

agrícolas sejam desenvolvidas levando-se em conta as necessidades de uso e proteção do solos e controle de seus impactos nas águas, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos.

3.4 Parâmetros físicos químicos e biológicos de qualidade da Água

Para que a água seja considerada adequada ao consumo humano são considerados os padrões de potabilidade os quais fixam valores para os parâmetros representativos da qualidade da água (RICHTER, 2009).

3.4.1 Cor Aparente

Para Richter e Netto (1991), a água pura é ausente de cor portanto a presença de substâncias dissolvidas ou em suspensão, dependendo da quantidade e da natureza do material presente, altera a cor na água. Richter (2009), afirma que a capacidade da água em absorver certas radiações do espectro visível no estado coloidal ou em suspensão, determina a cor da água. Quando as substâncias dissolvidas em estado coloidal, recebe o nome de cor real ou verdadeira. Quando a matéria em suspensão está presente, a cor é aparente.

A cor da água afeta esteticamente a qualidade da água podendo ocasionar o consumo de outra fonte mais atraente (RICHTER, 2009).

A remoção da cor da água segundo Lenzi et al. (2009), pode ser através da coagulação, caso a mesma não ser suficiente a cor residual pode ser eliminada através da oxidação química que usa como oxidantes o permanganato de potássio, ozônio e cloro.

Para Richter (2009), subprodutos resultantes da reação do cloro com substância húmicas responsáveis pela cor de origem orgânica da água, como trihalometanos, são uma das principais causas de câncer de bexiga e do trato intestinal.

3.4.2 Turbidez

A turbidez para Lenzi et al. (2009), é gerada pela matéria em suspensão, que dispersa ou absorve a luz impedindo a passagem da mesma. A natureza das partículas em suspensão para Richter (2009) é bastante variada podendo ser argila e silte, matéria orgânica material proveniente de descarga de esgoto doméstico ou industrial e de galerias de água pluvial,

bactérias, algas e outros microrganismos e até pequenas bolhas de ar. A turbidez será maior, quanto menores as partículas presentes na massa de matéria (LENZI et al., 2009).

A clarificação da água, geralmente é realizada por coagulação e filtração, por ocasião das chuvas torrenciais a turbidez sofre variações súbitas, juntamente com o pH e a alcalinidade acarretando na adição de maior quantidade de coagulante e saturando rapidamente os filtros (RICHTER, 2009).

A remoção da turbidez é dependente de uma dose correta de coagulante. Com doses ideais de coagulante as partículas aglutinam-se rapidamente formando os coágulos, porém com doses insuficientes pode não ocorrer a formação de coágulos (LENZI et al., 2009).

3.4.3 Temperatura

O gradiente de temperatura é responsável pela transferência de calor em um meio e expressa a energia cinética das moléculas de um corpo. A temperatura exerce influência na velocidade das reações químicas, nas atividades metabólicas dos organismos e na solubilidade de substâncias. Para às águas para consumo humano, temperaturas elevadas aumentam as perspectivas de rejeição ao uso. Quando águas subterrâneas são captadas a grandes profundidades em alguns casos necessitam de unidades de resfriamento para adequá-las ao abastecimento público. No Estado de São Paulo diversas cidades do interior que utilizam-se de águas subterrâneas necessitam de resfriamento para posterior uso (FUNASA, 2013).

3.4.4 Condutividade elétrica

A capacidade da água conduzir eletricidade é considerada condutividade (RICHTER, 2009). Através da determinação da condutividade pode-se estimar o conteúdo de sólidos constituintes de uma amostra. A quantidade de sais dissolvidos na água e é aproximadamente proporcional à sua quantidade (RICHTER; NETTO, 1991).

Maior será a oportunidade para ação eletrolítica, quanto maior for a concentração iônica da solução, portanto, maior a capacidade de conduzir corrente elétrica (FUNASA, 2013).

3.4.5 Sólidos

A presença de sólidos na água é relativo aos parâmetros físicos, muito embora os sólidos possam, também, estar associados a características químicas ou biológicas. A entrada de sólidos na água pode ocorrer de forma natural, através de processos erosivos, organismos e detritos orgânicos ou de forma antropogênica com o lançamento de lixo e esgotos (FUNASA, 2014).

Os sólidos presentes na água podem estar distribuídos em sólidos em suspensão (sedimentáveis e não sedimentáveis) e sólidos dissolvidos (voláteis e fixos). Sólidos em suspensão podem ser definidos como as partículas passíveis de retenção por processos de filtração. Sólidos dissolvidos são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10^{-3} μm e que permanecem em solução mesmo após a filtração. O padrão de potabilidade refere-se apenas aos sólidos totais dissolvidos com limite de 1000 mg/L (FUNASA, 2014).

3.4.6 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O parâmetro pH é usado para expressar a quantidade de uma condição ácida ou alcalina de uma solução por meio de medição da presença de íons de hidrogênio (H^+) ou sua atividade (RICHTER; NETTO, 1991).

Abrange uma faixa de 0 a 14 (inferior a 7 possui condições ácidas e superior a 7 possui condições alcalinas), calculado em escala antilogaritmica. Além de contribuir para maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos, o valor do pH influi da distribuição de formas livres ionizadas de diversos compostos químicos (FUNASA, 2014).

Segundo o FUNASA (2014), as alterações do pH podem ser de origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). O valor de pH para águas no sistema de distribuição estabelecido pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 MS, está no intervalo de 6 a 9,5. O parâmetro pH objetiva minimizar a possibilidade de incrustação nas tubulações (valores elevados de pH), e minimizar a corrosão de tubulações (valores de pH baixos).

3.4.7 Alcalinidade

A alcalinidade é devido a presença de bicarbonatos (HCO_3^-), carbonatos (CO_3^{2-}) ou hidróxidos (OH^-). A alcalinidade da água é devido a bicarbonatos, com maior frequência,

produzidos pela ação do gás carbônico dissolvido na água sobre as rochas calcárias (RICHTER; NETTO, 1991).

A alcalinidade indica a quantidade de íons na água que reagem para neutralizar os íons hidrogênio. A medida de alcalinidade representa a capacidade da água de neutralizar os ácidos, servindo assim para expressar a capacidade de tamponamento da água, isto é, sua condição de resistir a mudanças do pH (FUNASA, 2014).

3.4.8 Dureza

A dureza da água refere-se à concentração total de íons na água, principalmente íons cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), e em menor grau os de ferro (Fe^{2+}) e de estrôncio (Sr^{2+}) os sais reagem sobre os radicais dos ácidos graxos dos sabões formando compostos insolúveis antes de ocorrer a formação de espuma (RICHTER, 2009).

As principais fontes de dureza são a dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio, exemplificando, as rochas calcárias e os despejos industriais (SPERLING, 2007).

Segundo Richter (2009), a dureza temporária ou de carbonatos pode ser expressa pela diferença entre a dureza total e a dureza permanente e é devida a eliminação de cálcio e magnésio por ebulição. A dureza permanente ou não carbonatada, mede a quantidade de íons Ca^{2+} e Mg^{2+} depois de se submeter a água em ebulição durante meia hora e recuperando-se o volume inicial com água destilada. A dureza é dita total quando se mede o conteúdo de íons cálcio e o magnésio, distinguindo-se as parcelas de dureza de cálcio e magnésio.

Segundo Von Sperling (2005), concentração excessiva de minerais calcários, pode vir acarretar um sabor diferente de águas naturais captadas, como águas salobras e pode ter algumas implicações laxativas para quem a consumir.

A qualidade das águas para fins de consumo humano, não existe, até o presente, evidências de que a dureza produza transtorno de ordem sanitária, ao contrário, alguns estudos sinalizam para uma menor incidência de doenças cardíacas em áreas onde as águas apresentam maior dureza (SPERLING, 1996).

Para a remoção dos íons de cálcio é feita a adição de íons fosfatos os quais fazem com que os íons de cálcio precipitem (BAIRD; CANN, 2011).

3.4.9 Coliformes totais

Para Vesilind e Morgan (2017), parâmetros bacteriológicos são necessários para determinar o potencial de agentes infecciosos presentes na água, como bactérias e vírus patogênicos. Em geral, essas determinações são indiretas devido a problemas para conseguir amostras suficientes para uma variedade literalmente infinita de microrganismos.

Neste sentido para Vesilind e Morgan (2017), as *Escherichia coli* (*E. coli*) são “habitantes naturais do trato intestinal de seres humanos e animais de sangue quente” não necessitando de condições especiais para que possam se desenvolver, por este fato são bactérias aeróbias mais comuns no aparelho digestivo. Enquanto a maioria das *E. coli* não são infecciosas, algumas são elementos patogênicos que podem causar diarreia, febre, e/ou náuseas.

De acordo com Vesilind e Morgan (2017) o grupo de micróbios chamados coliformes (que inclui 150 espécies de *E. coli*) é o indicador biológico mais utilizado. Esses organismos possuem cinco atributos importantes sendo:

- Habitantes naturais do trato digestivo de animais de sangue quente;
- Abundantes, portanto fáceis de ser encontrados;
- Facilmente detectados por um teste simples;
- Geralmente inofensivos exceto em circunstâncias incomuns;
- Resistentes, sobrevivendo por mais tempo que a maioria dos patógenos.

Em função desses cinco atributos, os coliformes tornam-se organismos indicadores universais (VESILIND; MORAN, 2017).

3.4.10 Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é um parâmetro de extrema relevância na classificação das águas naturais sendo um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático (FUNASA, 2014).

A análise de OD em águas subterrâneas tem uso mais limitado como indicador de poluição. Sua medida se torna mais necessária para entendimento de processos químicos e bioquímicos que ocorrem nos aquíferos (EMBRAPA, 2018).

3.4.11 Salinidade

A quantidade de sais dissolvidos nas águas é medida mais facilmente através da quantidade de cátions e ânions presentes na água, sua medida é determinada através da condutividade elétrica.

As causas da salinidade são relacionadas as mudanças no uso do solo, as variações sazonais do clima, podendo afetar a água superficial, as águas subterrâneas, os fluxos entre elas e as quantidades de sal que elas contêm (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2018).

3.5 Legislação

A legislação específica para as águas subterrâneas no território brasileiro, é a Resolução CONAMA Nº 396 de 2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, esta Resolução também dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

A Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 do MS estabelece e regulamenta os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A partir desta resolução fica estabelecido, que toda água destinada ao consumo humano distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva ou individual de abastecimento de água está sujeita a vigilância do controle de qualidade da água.

Padrão de Potabilidade é definido de acordo com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS como: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano. A água para consumo humano é entendida como sendo: uma água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Já a água potável é definida como sendo uma água que atenda aos padrões de potabilidade estabelecidos nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde.

Para o controle da qualidade da água para o consumo humano, a Portaria do MS nº 5/2017 padroniza valores que devem atendidos para classificar uma água como potável para consumo humano. Desta forma, na Tabela 1, observa-se os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados no presente trabalho, assim como seus Valores Máximos Permitidos (VMP) de acordo com a seguinte portaria.

Tabela 1- Valores Máximos Permitidos (VMP) dos parâmetros físico, químico e biológicos analisados em relação a Portaria de Consolidação nº 5/2017, MS.

Parâmetros	VMP	Unidade
Cor Aparente	15	uH
Turbidez (Águas subterrâneas com desinfecção)	5	UT
Temperatura	-	°C
Condutividade Elétrica	-	µS/cm
Sólidos Totais	-	mg/L
pH	6 – 9,5	-
Alcalinidade	-	mg/L de CaCO ₃
Dureza	500	mg/L
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL	NMP/ 100 mL
OD	-	mg/L
Salinidade	-	-
Fluoretos	5	uT
Cloro Residual Livre	2	mg/L

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com a Tabela 1 verifica-se que apenas os parâmetros, cor aparente, turbidez, pH, dureza, coliformes totais, fluoretos e cloro residual livre possuem os limites máximos e ou mínimos permitidos segundo a Portaria de Consolidação nº 5/2017 MS, portanto, apenas esses foram comparados com a mesma, os demais parâmetros tiveram seus resultados comparados com valores encontrados na literatura.

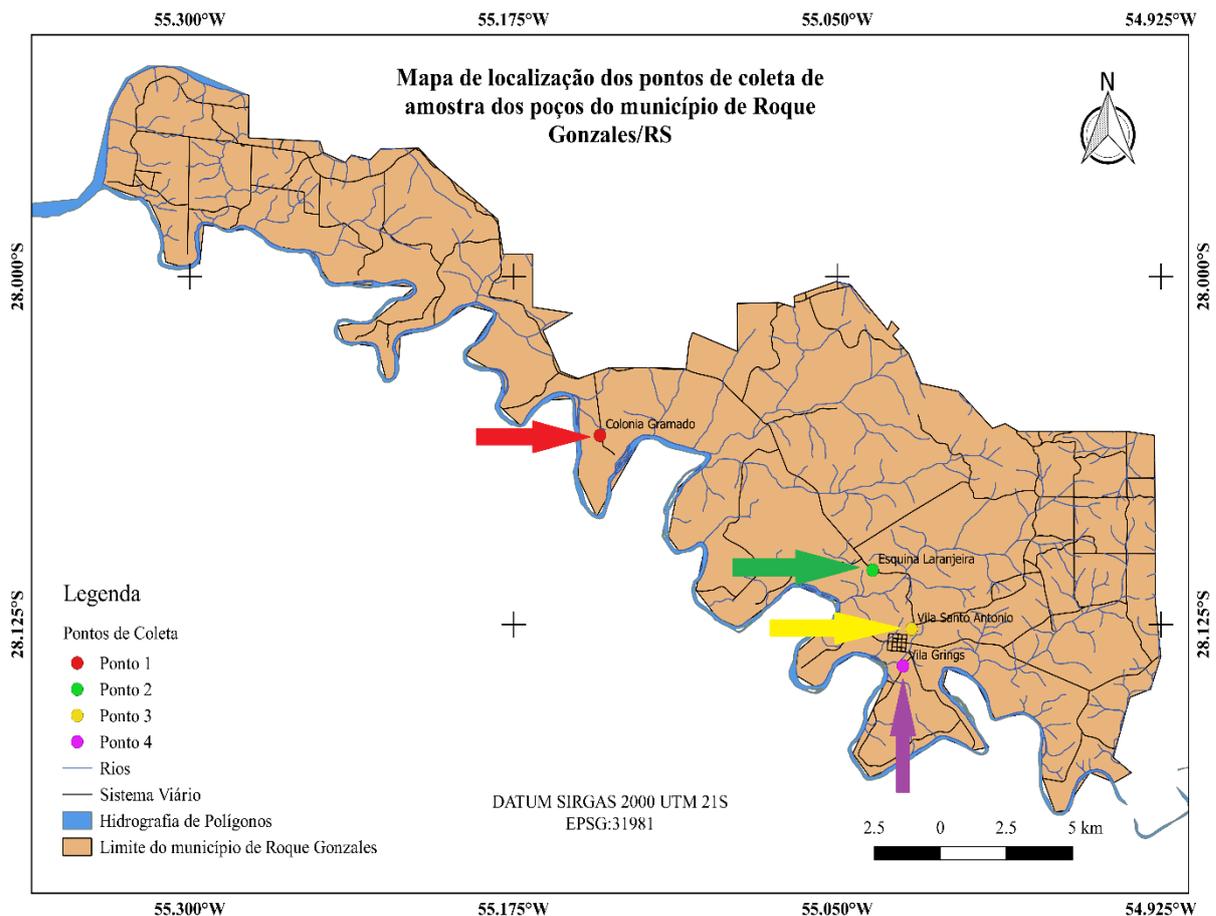
4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O projeto teve início no mês de Março de 2018 e estendeu-se até o mês de Novembro desse ano. As análises e coletas mensais realizaram-se nos meses de Agosto, Setembro e Novembro.

O presente estudo buscou avaliar os parâmetros de potabilidade das águas provenientes de quatro poços artesianos utilizadas para abastecimento humano na área rural e urbana do Município de Roque Gonzales/RS. Para tanto, foram coletadas amostras em pontos distintos da área rural e urbana do Município com a finalidade de verificar se os parâmetros estudados estão em conformidade com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS. Na Figura 1, observa-se a área do Município de Roque Gonzales/RS e os pontos de coleta das amostras.

Figura 1- Município de Roque Gonzales/ RS e pontos de coleta de água para análises.



Fonte: elaborado pelo autor.

O Município está localizado na Mesorregião Noroeste Rio Grandense (IBGE, 2010), de acordo com o senso demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), o município possui uma população de 7.203 habitantes, sendo destes, 4.116 (57,15 %) residentes na zona rural e 3.087 (42,85%) na zona urbana.

O poço da figura 2, foi instalado no ano de 1989, possui uma profundidade de 110 m e reservatório com capacidade de 15.000 L.

Figura 2- Poço Colônia Gramado.



Fonte: elaborado pelo autor.

O poço da Figura 3, foi instalado no ano de 2018, possui reservatório com capacidade de 10.000 L de água, possui uma profundidade de 210 m e vazão de 5.000 Lh⁻¹. Conforme a Figura 3, o poço possui uma área coberta construída e isolada junto ao local de perfuração.

Figura 3- Poço Esquina Laranjeira.



Fonte: elaborado pelo autor.

O poço da Figura 4, foi instalado no ano de 1982 e não possui reservatório, possui uma profundidade de 140 m. O poço da Vila Santo Antônio está localizado na zona urbana do município.

Figura 4- Poço Vila Santo Antônio



Fonte: elaborado pelo autor.

O poço da Vila Grings de acordo com a Figura 5, não possui reservatório, está localizado em uma área isolada, o poço possui uma profundidade de 180 m.

Figura 5- Poço Vila Grings



Fonte: elaborado pelo autor.

Os 7.203 habitantes do município utilizam exclusivamente água de sistemas coletivos de abastecimento (poços), não dependendo de fontes superficiais, o que significa que 100 % do total da população do Município de Roque Gonzales/RS depende do abastecimento por fonte de manancial subterrâneo.

4.1.1 Caracterização dos Pontos de Coleta

Para execução do estudo foram delimitados 4 pontos de coleta para análise das águas subterrâneas dois poços artesianos da área rural do município dois em área urbana, de forma que proporcionassem uma boa representatividade atendendo aproximadamente 2000 munícipes do território do Município de Roque Gonzales/RS.

As coletas foram realizadas à tarde, perfazendo uma coleta mensal nos meses de Agosto, Setembro e Novembro. Em relação às análises físico-químicas, as coletas foram feitas utilizando-se recipiente de vidro capacidade 550 mL com tampa de metal devidamente esterilizados antes da coleta e hermeticamente fechados e refrigerados até realização das análises requeridas, posteriormente analisadas no Laboratório de Águas e Ecotoxicologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS.

4.2 Plano de Amostragem

As amostragens foram realizadas respeitando-se um período de cerca de 20 dias entre as coletas a partir da primeira, de modo a se coletar ao menos uma amostra a cada mês ao longo do segundo semestre do ano de 2018, e sendo cada uma das amostragens fracionada em três etapas.

Para coleta das amostras foram seguidos procedimentos do Standard Methods (APHA 2005), para coleta de águas subterrâneas em poços. O procedimento para coleta em torneiras, meio onde foram retiradas as amostras, foi: primeiramente com o uso de luvas descartáveis de borracha fez-se higienização da torneira utilizando álcool 70 %; no passo seguinte abriu-se a torneira e deixou-se escorrer água por cerca de 1 a 2 minutos, a fim de retirar a água estagnada na tubulação e então foram feitas as coletas.

Na coleta para análise de coliformes totais, foram utilizados recipientes de vidro com capacidade de 550 mL com tampa de metal e hermeticamente fechados, devidamente esterilizados anteriormente em laboratório por autoclave. As amostras foram preservadas seguindo as diretrizes do Standard Methods (APHA, 2005), onde as mesmas foram mantidas sob refrigeração em uma caixa de poliestireno expandido (EPS), contendo gelo. As análises de coliformes totais foram feitas no mesmo dia de coleta das amostras, através do kit microbiológico Colipaper, cartela com meio de cultura em forma de gel que detectou e quantificou a presença de coliformes fecais totais e *salmonella*, seguindo os passos descritos a seguir:

- a) Retirou-se a cartela microbiológica tocando apenas acima do picote;
- b) Imergiu-se a cartela na amostra e aguardou-se umedecer, depois se retirou o excesso de água;
- c) Recolocou-se a cartela na embalagem plástica e retirou-se a parte do picote sem tocar no restante, levando a estufa por 15 horas à temperatura de 36 a 37 °C;

- d) Por fim a análise quantitativa dos resultados das cartelas com meio de cultura em forma de gel desidratado para determinação simultânea de *E. Coli* e coliformes totais em DIPSLIDE de papel na faixa de 80 à 25000 UFC/100 mL. Análise quantitativa faixa de análise: 80 à 25000 UFC/100 mL.

Para as análises de sólidos totais foi utilizada a metodologia 2540 B, sugerida pela APHA Standard Methods (1992), na qual foram realizadas a secagem de cadinhos, para cada ponto de amostragem, em estufa por 1 hora a 102 °C e posterior pesagem deles vazios para a obtenção do peso inicial. Após foi introduzida amostra de água com volume de 100 mL, medido em balão volumétrico, a ser analisada e deixou-se por 24 horas em estufa a 102 °C, para quantificar os sólidos realizou-se nova pesagem dos cadinhos e através da subtração do peso final e do peso inicial obtém-se a quantidade de sólidos presentes na amostra analisada. A Figura 6 mostra o procedimento de secagem em estufa, seguido do resfriamento do cadinho e pesagem do mesmo, antes de ser colocado em estufa 102 °C por 24 horas com a amostra de água a ser analisada.

Figura 6 - Procedimento para análise de sólidos totais.



Fonte: elaborado pelo autor.

A análise da turbidez foi realizada utilizando o equipamento Turbidímetro poliControl (AP 2000), e a determinação de cor aparente foi através do aparelho Colorímetro Del Lab do Laboratório de Águas e Ecotoxicologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Cerro Largo/RS.

Para as análises de cloro residual e dureza foi utilizado kit rápido (pool test). Essas análises foram realizadas em campo, onde coletou-se amostra de água a ser analisada em um recipiente de vidro devidamente esterilizado e seguindo os passos apresentados na Figura 7:

- a) Mergulhou-se a fita detectora na água a ser analisada pegando na parte de cima sem encostar em suas extremidades acolchoadas em seguida retirou-se o excesso de água presente na fita (Figura 7 A);
- b) Levantou-se a fita de modo que ficasse invertida do modo que foi introduzida no recipiente com amostra e imediatamente leu-se o resultado obtido em forma de cores na fita (Figura 7 B);

Figura 7 - Procedimento para análise de cloro, alcalinidade, pH e dureza.



A



B

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de potencial Hidrogeniônico (pH), temperatura, Oxigênio Dissolvido (OD), alcalinidade e condutividade foram realizadas com o YSI Professional Plus multiparâmetros portátil em campo. O aparelho foi ligado e nele inserido data e hora da amostragem após foi retirada a capa protetora da sonda e essa foi submergida na amostra a ser analisada, após a estabilização das leituras dos parâmetros foram obtidos os resultados, conforme Figura 8.

Figura 8 - Análise utilizando o YSI Professional Plus multiparâmetro.



Fonte: elaborado pelo autor.

No período em que as análises foram realizadas, o Laboratório de Águas e Ecotoxicologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* de Cerro Largo/RS não contava com equipamentos e reagentes adequados para a realização da análise do parâmetro de Fluoretos. Algumas metodologias alternativas foram testadas sem sucesso. Para que esse estudo não ficasse sem essa análise, houve um contato com a CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento), do município de Cerro Largo, que gentilmente dispôs os laboratórios para realização desse parâmetro. Então, devido a essa dificuldade, apenas uma análise desse parâmetro foi realizada para cada ponto.

4.2.1 Análise das amostras

A análise dos parâmetros temperatura, pH, alcalinidade, salinidade, OD foram realizadas no local da coleta, exceto a análise de cor, turbidez, sólidos totais onde que foi levada e analisada no laboratório de Águas e Ecotoxicologia da UFFS *campus* Cerro Largo/RS, utilizando o Turbidímetro poliControl AP 2000, colorímetro Del Lab e a estufa para a análise de coliformes totais. A análise de fluoretos foi realizada na Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN), e foi referente ao mês de novembro.

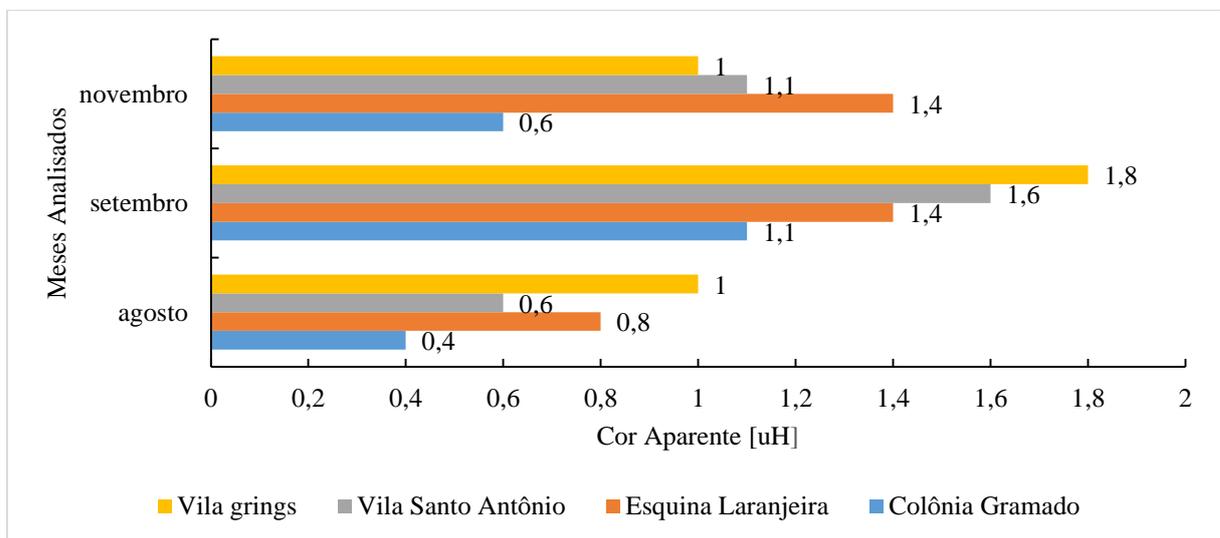
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item estão descritos os resultados referentes às análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos das amostras de água subterrânea que abastecem duas comunidades rurais e duas áreas urbanas do Município de Roque Gonzales/RS, com a finalidade de verificar a potabilidade da água fornecida àquela população. Os resultados estão descritos por meio de gráficos, tabelas e de forma descritiva, divididos de acordo com os pontos.

5.1 Cor Aparente

Em relação à cor aparente, a portaria nº 5/2017, MS determina o valor máximo de 15 uH para a potabilidade da água, uma vez que, quanto maior o valor da cor aparente, maior será a quantidade de partículas sólidas em suspensão. Assim, é observado na Figura 9 que todos os poços estão atendendo a recomendação da legislação no Ministério da Saúde.

Figura 8 - Valores para o parâmetro Cor Aparente da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



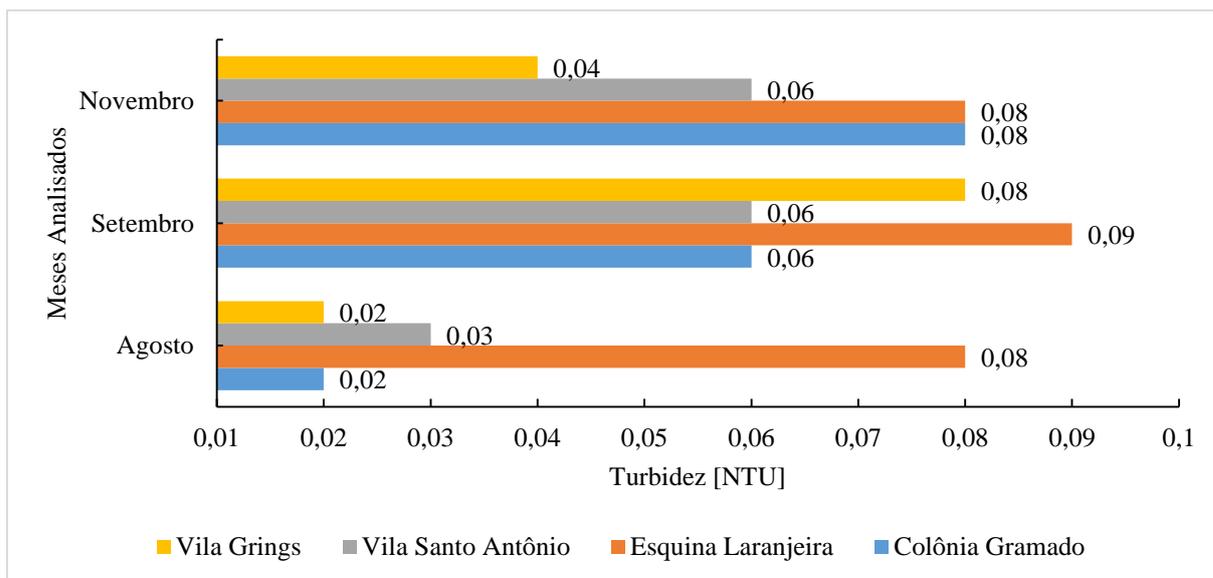
Fonte: elaborado pelo autor.

5.2 Turbidez

A turbidez em águas indica a presença de sólidos suspensos, o que interfere em sua transparência. Para água de poços, a Portaria de Consolidação nº 05/2017 do MS permite que

esse parâmetro varie até no máximo 5 NTU. Na Figura 10, observa-se que todos os poços analisados estão de acordo com os valores estabelecidos pela regulamentação para a potabilidade da água destinada a consumo humano.

Figura 9 - Valores para o parâmetro de Turbidez da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



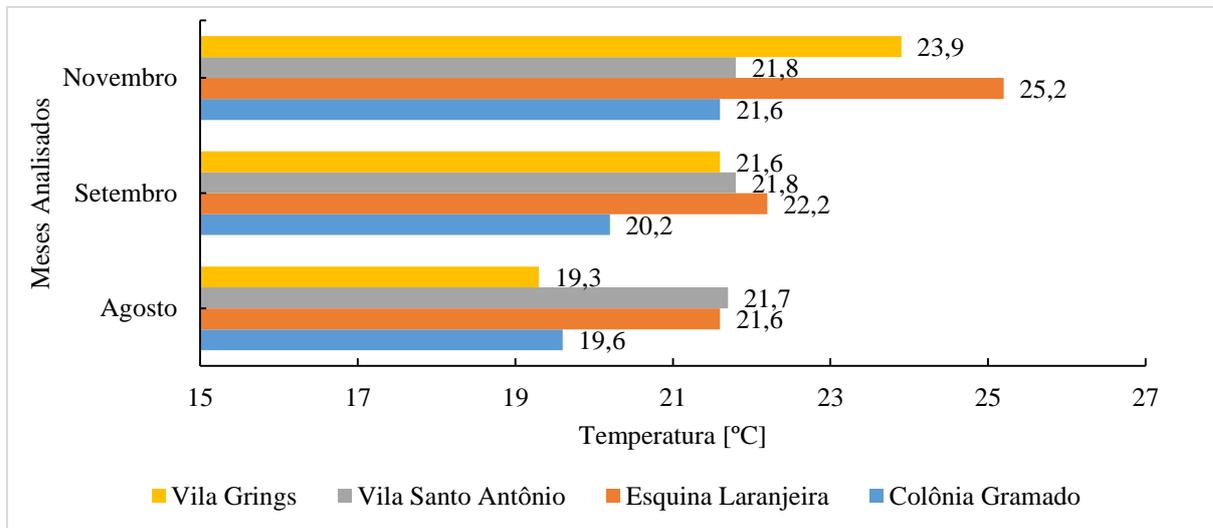
Fonte: elaborado pelo autor.

Com os valores obtidos para o parâmetro turbidez pode-se concluir que a água possui um padrão adequado, conforme a Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, MS, que traz o valor de 5 NTU, com o Valor Máximo Permitido para esse parâmetro em redes de abastecimento.

5.3 Temperatura

A análise da temperatura e o conhecimento da variação desses resultados são de grande importância, pois a temperatura influencia os processos biológicos, reações químicas e bioquímicas, bem como a solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais na água (Macedo, 2004).

Figura 10 - Valores para o parâmetro de Temperatura da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



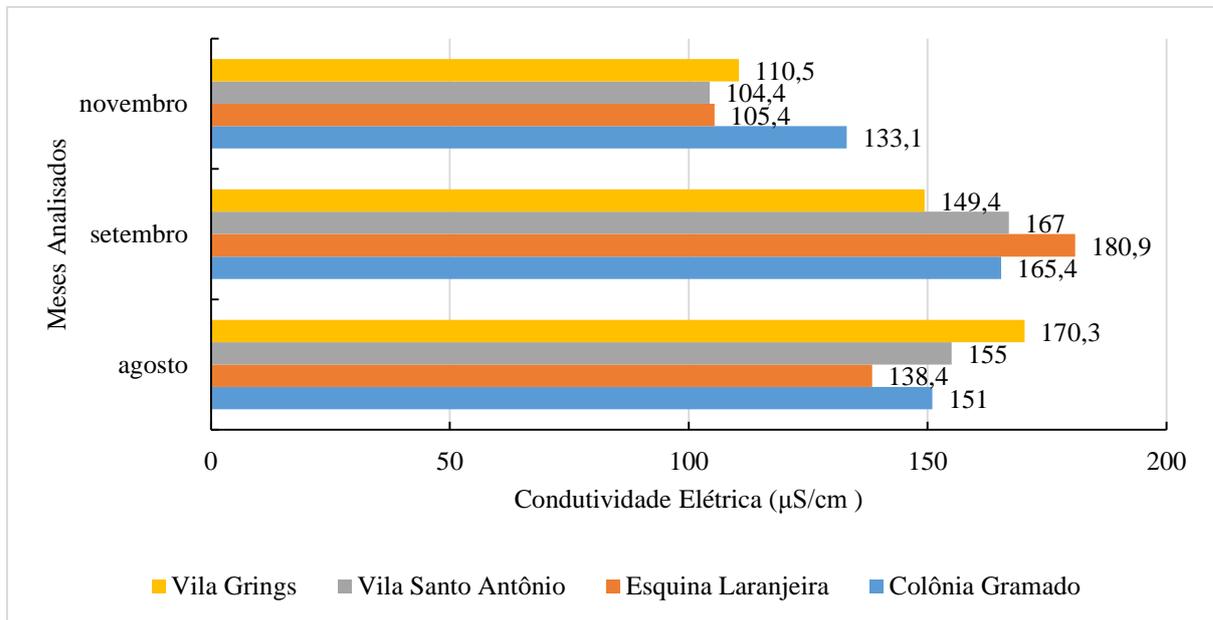
Fonte: elaborado pelo autor.

A temperatura da água analisada sofreu um pequeno aumento se comparado a primeira análise realizada no início das etapas de amostragem. Esse aumento de temperatura também pode ser resultado do aumento da temperatura da superfície externa ao poço. Além disso, não foi encontrada resoluções que regulamentem o valor máximo permitido para tal parâmetro.

5.4 Condutividade Elétrica

Os valores de condutividade elétrica obtidos nas análises variaram de 104,5 a 180 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A Portaria de Consolidação nº 5/2017 MS, e a Resolução Conama nº 396/2008 não estabelecem limites para a condutividade elétrica em águas para o consumo humano.

Figura 11 - Valores para o parâmetro de Condutividade Elétrica da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



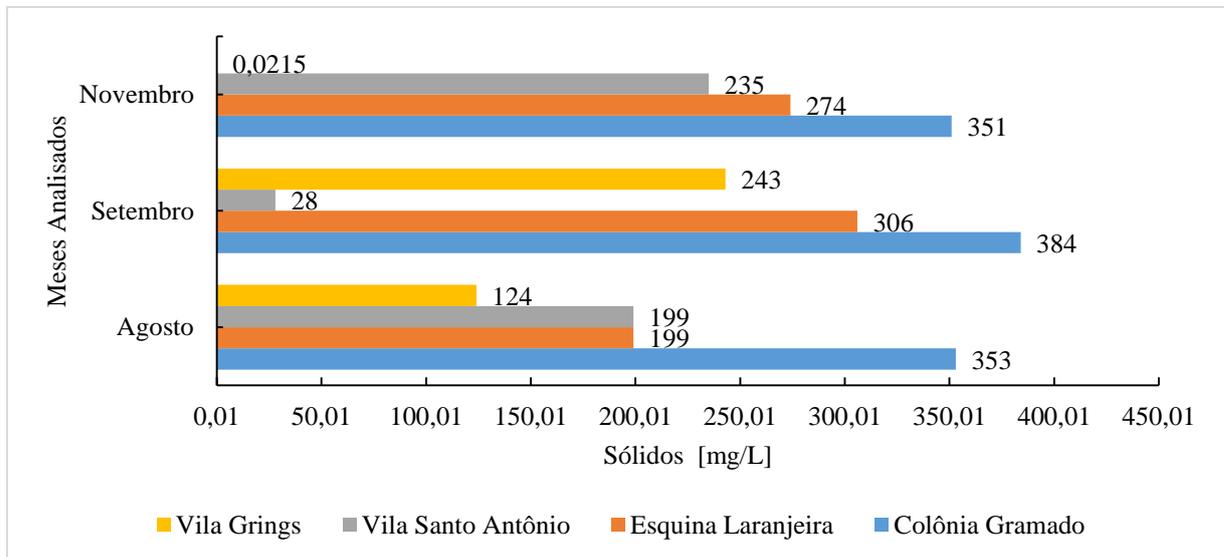
Fonte: elaborado pelo autor.

Para a Esteves (2011), a condutividade elétrica pode apresentar valores menores em períodos chuvosos por causa da diluição dos íons e, conseqüentemente, valores maiores em períodos de estiagem, o que foi observado no mês de setembro, que obteve menos precipitações e apresentou maior média de condutividade elétrica, se comparado com os meses de novembro e agosto.

5.5 Sólidos Totais

Os valores de sólidos totais máximos obtidos no trabalho foram de 384 mg/L para Colônia Gramado para o mês de setembro e mínimos de 0,0215 mg/L para a Vila Grings para o mês de novembro. O poço da comunidade da Colônia Gramado apresentou os maiores valores de sólidos com média de 362,67 mg/L.

Figura 12 - Valores para o parâmetro Sólidos Totais da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



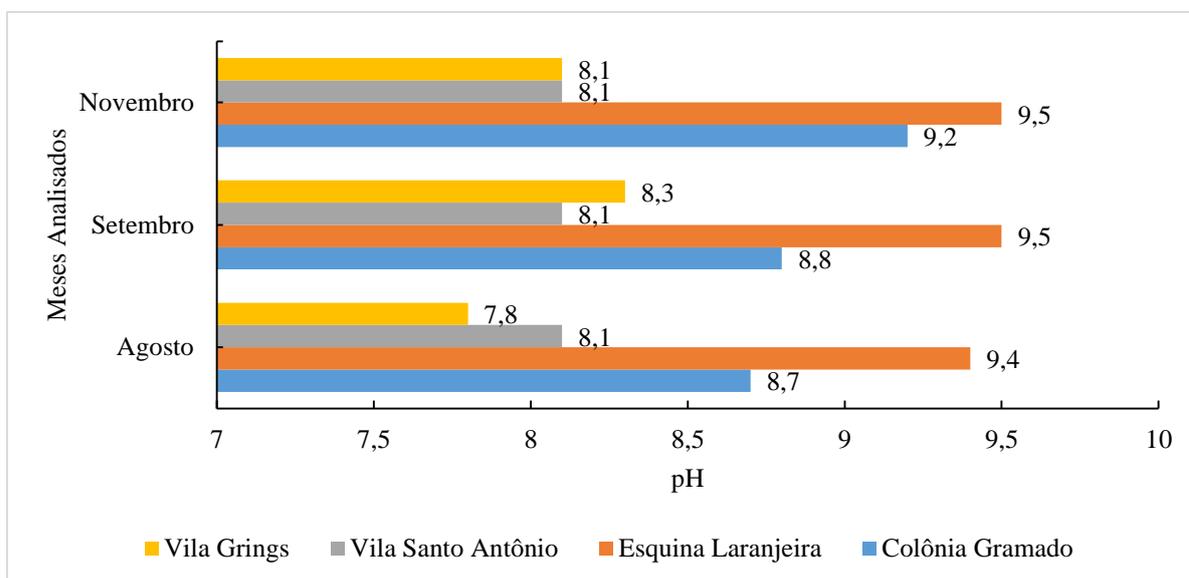
Fonte: elaborado pelo autor.

Para a Portaria de Consolidação nº 05/2017 MS o valor máximo permitido para o parâmetro sólidos totais é de 1.000 mg/L. Os resultados obtidos nos estudos foram positivos, pois mostram que a água está de acordo com a legislação vigente apresentando valores inferiores ao VMP.

5.6 PH

Os valores de pH variaram 7,8 a 9,5 nos poços analisados, apresentando desde uma água com pH básico a um pH ligeiramente alcalino com média de pH de 8,6. Segundo Santos (2000), a água subterrânea apresenta um pH que varia entre 5,5 e 8,5, logo pode-se constatar a partir dos resultados encontrados que as águas subterrâneas apresentam uma característica que as torna levemente alcalinas apresentando média de pH de 8,6.

Figura 13 - Valores para o parâmetro de pH da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



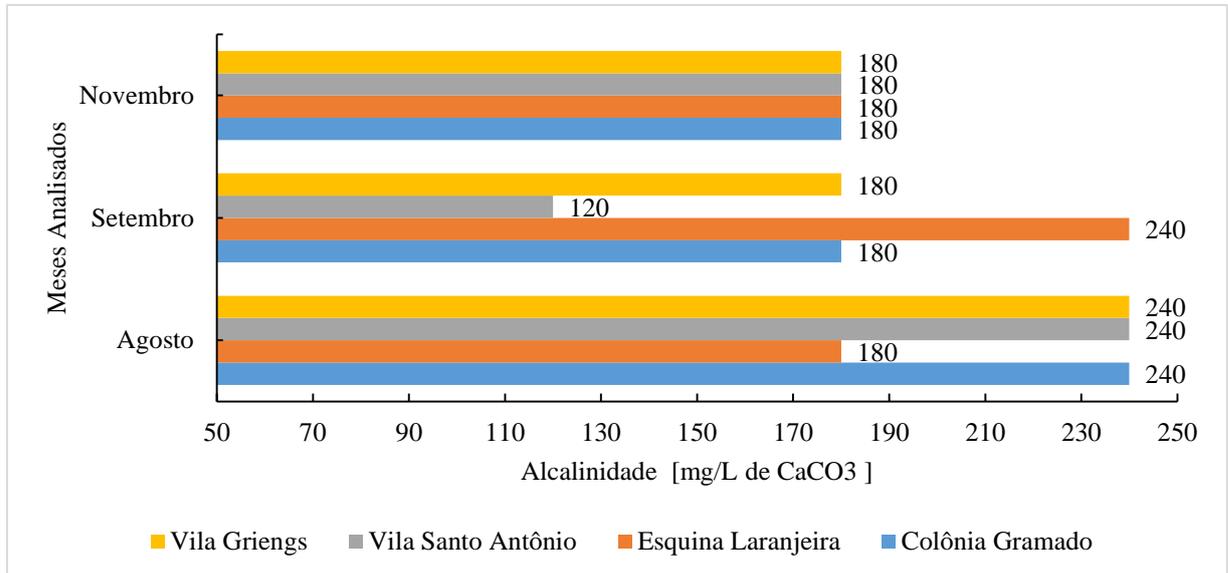
Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com a Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, MS em seu art. 39 § 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5, com os resultados obtidos nas análises todos os valores de pH da água dos poços encontram-se dentro dos limites estipulados, sendo considerada própria para consumo humano.

5.7 Alcalinidade

Os valores máximos de alcalinidade foram de 240 mg/L CaCO₃ e mínimos de 120 mg/L CaCO₃, o poço localizado na zona rural na localidade da Esquina Laranjeira apresentou maior média entre os poços analisados com 240 mg/L CaCO₃ nas três análises realizadas. Segundo Sperling (2005), a água que possui teor elevado de alcalinidade pode conferir um sabor amargo a água de consumo humano, porém quando se refere aos tratamentos possui grande significado, estando relacionada com a coagulação, prevenção de corrosão e redução de dureza. Sperling (2005), também que a alcalinidade das águas tem origem natural da dissolução do solos, rochas e da decomposição da matéria orgânica.

Figura 14 - Valores para o parâmetro de Alcalinidade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



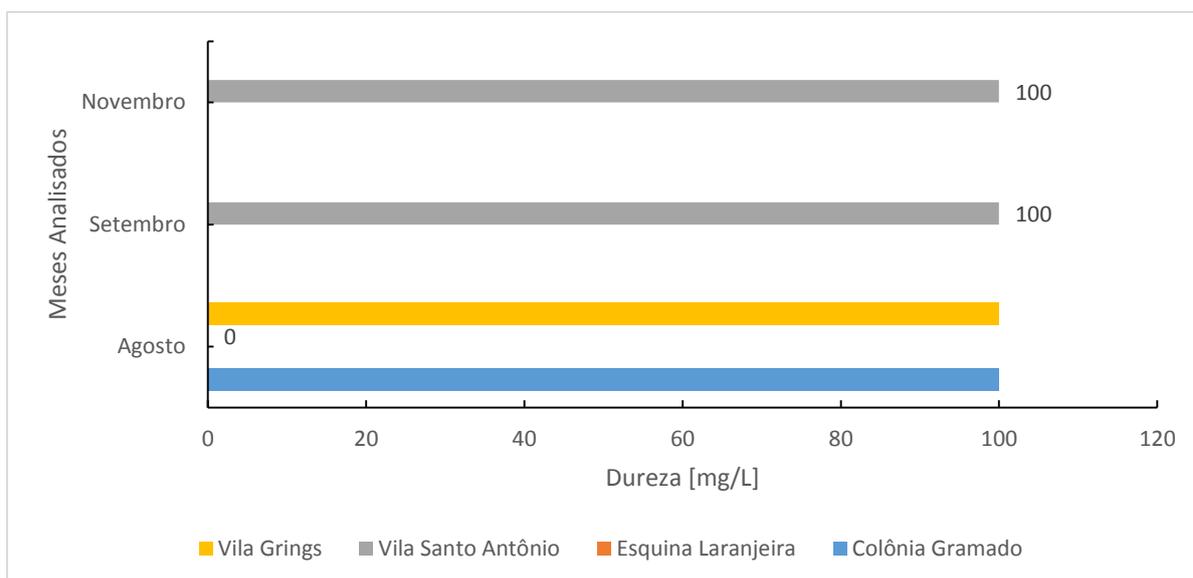
Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com Libânio (2010), as águas naturais superficiais do Brasil apresentam valores de alcalinidade, em geral, inferiores a 100 mg/L de CaCO₃. Os valores superiores encontrados para água subterrânea podem ser proveniente da reação do CO₂ com a água.

5.8 Dureza

A partir do estudo realizado o parâmetro dureza não foi constatado para o poço da Esquina Laranjeira em nenhuma das análises, também pode-se observar que as causas de incrustação de tubulações não está relacionado com a dureza da água.

Figura 15 - Valores para o parâmetro Dureza da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com a Portaria de Consolidação nº 5 /20107 do MS, o valor máximo permitido é de 500 mg/L, a partir dos resultados das análises dos poços pode-se dizer que a água servida a população encontra-se abaixo dos limites estipulados com valores máximos de 100 mg/L, sendo considerada moderadamente dura segundo a FUNASA (2014).

5.9 Coliformes Totais

Art. 27. da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017, MS em seu § 1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

Nos quatro poços a água analisada não apresentou valor de coliformes portanto está considerada própria para o consumo humano. Esses resultados são condizentes com os do relatório de ensaios da Secretaria Municipal de Saúde de Roque Gonzales para o mês de julho que obteve ausência do parâmetro coliformes totais nos quatro poços analisados.

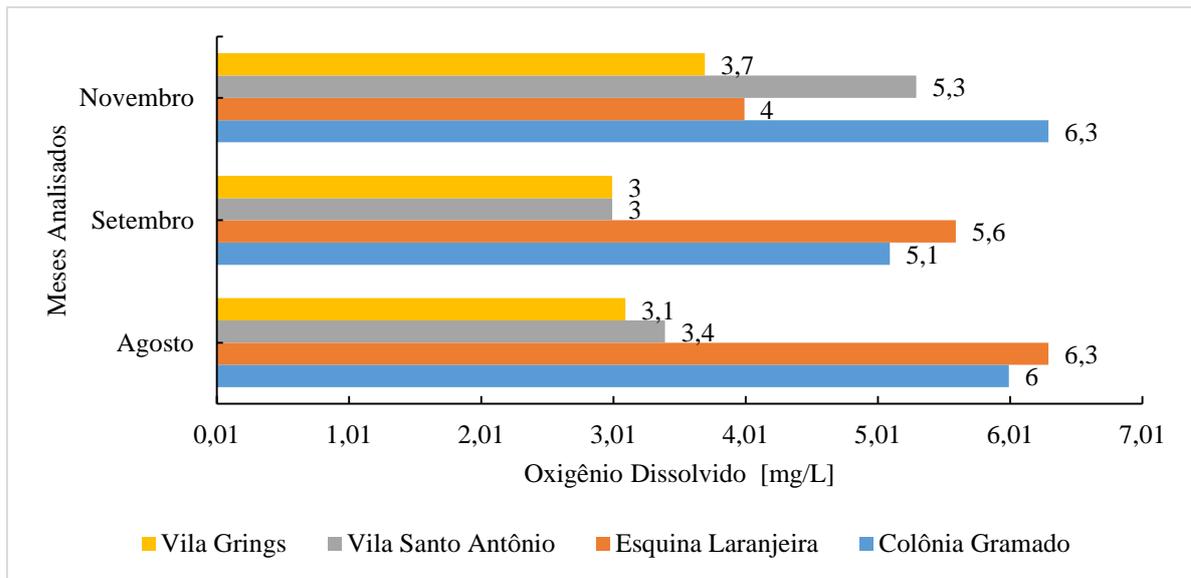
5.10 Oxigênio dissolvido

Analisando o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), as amostras apresentaram valores mínimo e máximo de 3,0 mg/L e 6,3 mg/L, respectivamente. Teores de 2 a 5 mg/L são

considerados como o mínimo necessário para manutenção da vida aquática aeróbia segundo a Funasa (2014). Apesar das amostras estarem acima do valor normalmente encontrado, este parâmetro não é estipulado pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde.

Valores baixos de OD são indícios de forte contaminação por matéria orgânica.

Figura 16 - Valores para o parâmetro Oxigênio Dissolvido da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.

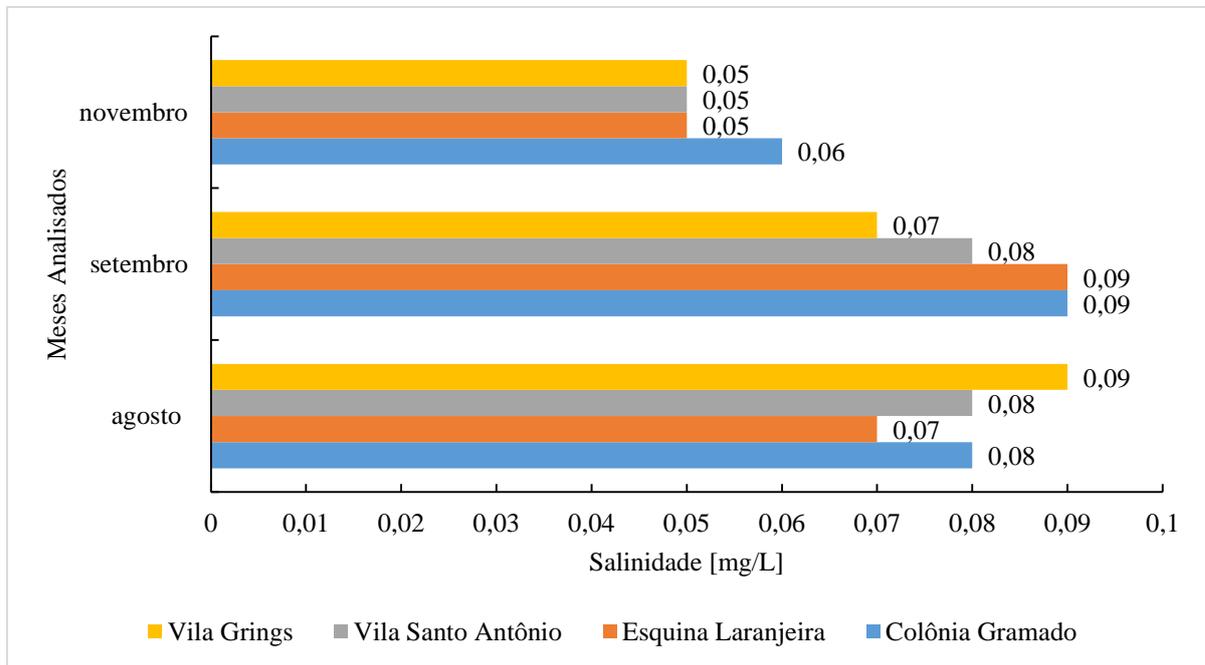


Fonte: elaborado pelo autor.

5.11 Salinidade

A Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS, não atribuem valores para a salinidade em relação a potabilidade, que refere-se à medida dos teores de sais dissolvidos na água. Na Figura 18, mostra que a salinidade variou de 0,05 a 0,09 mg/L nos poços analisados neste estudo.

Figura 17 - Valores para o parâmetro Salinidade da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.

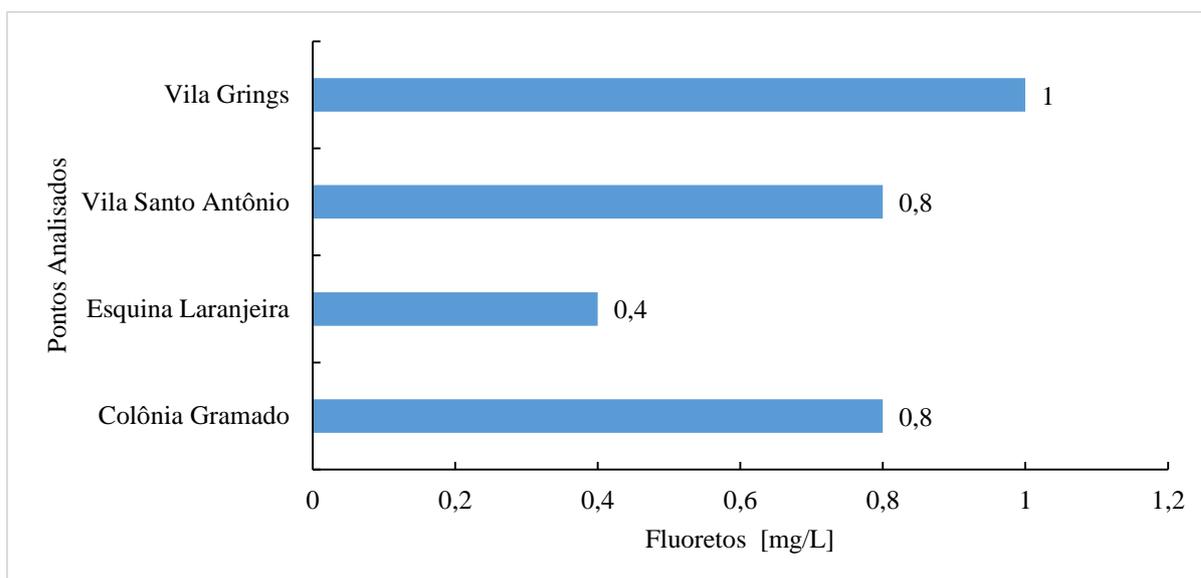


Fonte: elaborado pelo autor.

5.12 Fluoretos

Neste trabalho o maior teor verificado foi de 1,0 mg/L no poço da Vila Grings, localizada na zona urbana do município. Dos poços analisados, apenas o poço da Esquina Laranjeira apresentou concentração do íon fluoreto menor que o valor mínimo permitido pela Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975. Os resultados obtidos no estudo são maiores se comparados aos resultados encontrados através do relatório de ensaios da Secretaria Municipal de Saúde de Roque Gonzales para o mês de julho que obteve maior valor para o íon fluoreto de 0,3 mg/L na Vila Grings, sendo este valor um valor insatisfatório estando abaixo do mínimo permitido.

Figura 18 - Valores para o parâmetro de Fluoretos da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



Fonte: elaborado pelo autor.

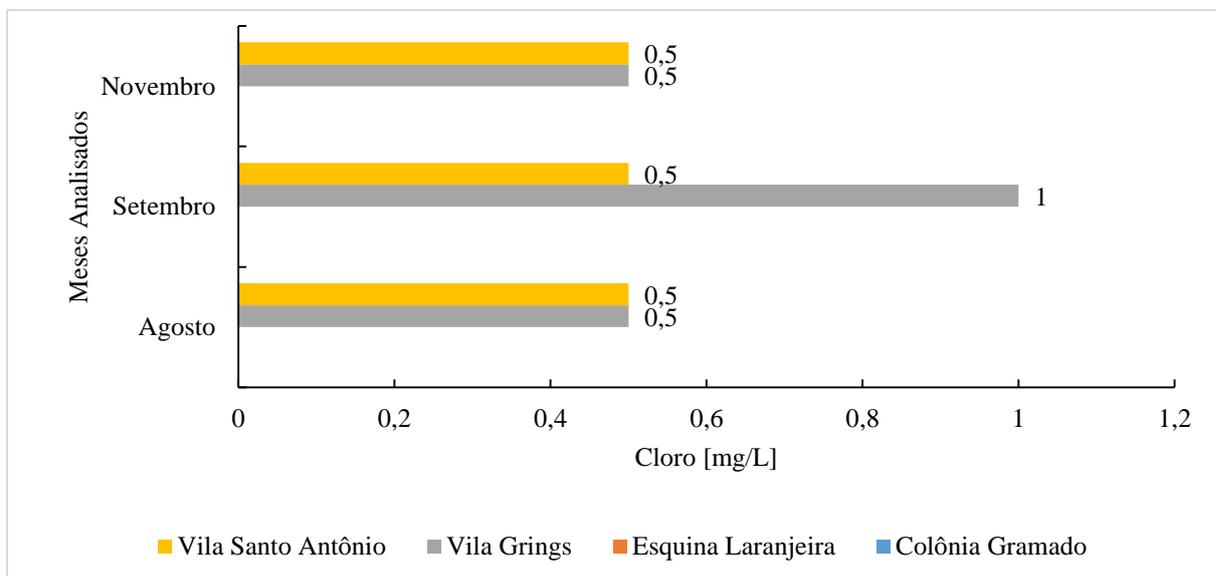
O parâmetro fluoreto está diretamente relacionado com a temperatura do ar no momento da coleta das amostras. Na Portaria de Consolidação nº 5/2017, MS, o Art. 37, traz em seu § 1º No caso de adição de flúor (fluoretação), os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975, não podendo ultrapassar o VMP expresso na Tabela do Anexo 7 do Anexo XX.

Sendo o VMP de fluoreto 1,5 mg/L. De acordo com a Portaria nº 635/GM/MS de 26 de dezembro de 1975, o valor ótimo do íon fluoreto considerando a média das temperaturas máximas diárias para este estudo seria de 0,8 mg/L, sendo este valor encontrado na Vila Santo Antônio e na Colônia Gramado.

5.13 Cloro

O Art. 34. da Portaria de Consolidação nº 5 de 2017 do MS, descreve a obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre em toda a extensão do sistema de distribuição e de acordo com o Art. 39 da mesma Portaria em seu § 2º é recomendado que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L.

Figura 19 - Valores para o parâmetro Cloro Residual Livre da água subterrânea utilizada para abastecimento humano analisadas no Município de Roque Gonzales/RS.



Fonte: elaborado pelo autor.

Comparando os resultados de cloro residual livre obtidos através do relatório de ensaios da Secretaria Municipal de Saúde de Roque Gonzales para o mês de julho apenas a Vila Grings apresentou 0,02 mg/L deste parâmetro, e os outros poços não apresentaram o parâmetro em suas análises, sendo este valor um valor insatisfatório estando abaixo do mínimo permitido.

De acordo com a Figura 20, os valores obtidos no estudo com valores mínimos e máximos de cloro residual livre de 0,5 mg/L e 1,0 mg/L, respectivamente, portanto os poços da Vila Santo Antônio e Vila Grings possuem o teor deste parâmetro dentro do estipulado pela Portaria e as localidades da Colônia Gramado e Esquina Laranjeira não apresentaram mensuráveis de cloro residual em nenhuma das análises realizadas.

6 CONCLUSÕES

Por meio das análises realizadas na água de poços artesianos utilizada para abastecimento humano em quatro poços do município de Roque Gonzales/RS, foi possível realizar uma comparação com a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS, que estipula os valores máximos permissíveis de parâmetros físicos, químicos e biológicos, a fim de verificar sua potabilidade.

Na comparação dos parâmetros analisados: cor aparente, turbidez, coliformes totais, pH, dureza, sólidos totais, fluoretos e cloro residual livre, constatou-se que os parâmetros cor aparente, turbidez, dureza, sólidos totais, coliformes totais obtidos no estudo encontram-se abaixo do VMP para todos os poços analisados. O valor do parâmetro pH para a Esquina Laranjeira foi o parâmetro que esteve mais próximo do limite máximo permitido. Apenas o parâmetro de fluoretos obteve valores abaixo do estipulado pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do MS, para o poço da Esquina Laranjeira, considerando o quadro da média das máximas temperaturas diárias da Portaria nº 635/GM/MS de dezembro de 1975, demonstrando que a adição de flúor para prevenção de cáries está sendo insuficiente e pode causar danos à saúde bucal da população da referida localidade.

Os valores elevados para alguns parâmetros como alcalinidade e condutividade elétrica, podem estar relacionados com a falta de proteção sanitária dos poços, período de estiagem no dia de coleta da amostra e também a inexistência de um sistema de coleta e tratamento do esgoto doméstico, que são descartados diretamente no solo, por meio de fossas negras ou séptica, pois o município não conta com a coleta e tratamento de esgoto sanitário.

A temperatura das amostras variou do início até o fim do trabalho, isso pode estar relacionado com o aumento da temperatura da superfície, sendo que as análises iniciaram no inverno e terminaram na primavera.

Os valores do parâmetro dureza resultantes do estudo mostram que a água não é dura pois apresentaram valores inferiores a 500 mg/L de CaCO₃, portanto as incrustações nas tubulações estão relacionadas a outros parâmetros que não foram analisados neste estudo.

De acordo com o estudo realizado, sugere-se que sejam feitas as adequações necessárias nos poços utilizados para a captação de água subterrânea, a fim de minimizar a infiltração direta de solo e/ou poluentes. Devem ser instaladas lajes de vedação ao entorno do poço. Também deve-se estipular uma área de proteção ao entorno do local de captação, com o intuito de restringir o acesso de pessoas e/ou poluentes de acordo com o Decreto nº 52.035/2014 do Governo do Estado do Rio Grande do Sul.

O monitoramento constante de todos esses parâmetros é necessário para garantir que a água permaneça segura para todos aqueles que a utilizam.

REFERÊNCIAS

- Agencia Nacional de Águas (Brasil). Atlas Brasil. **Abastecimento Urbano de Água: panorama nacional**. Brasília. 2010. 1 v. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%201%20-%20Panorama%20Nacional.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- ANA. Água Subterrânea. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- BAIRD, C.; CANN, M. Poluição e Purificação da Água. In: **QUÍMICA AMBIENTAL**. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BARNES, K.; KOLPIN, D.; FURLONG, E.; ZAUGG, S.; MEYER, M.; BARBER, L. A national reconnaissance of pharmaceuticals and other organic wastewater contaminants in the United States I. Groundwater. **Science of the Total Environment**, v. 402, p. 192-200, 2008.
- BRASIL. MS – Ministério da Saúde - **Portaria n.º 635/Bsb, de 26 de dezembro de 1975**. Aprova normas e padrões sobre a fluoretação da água, tendo em vista a Lei n.º 6050/74. Brasília-DF, 1976.
- BRASIL. MS – Ministério da Saúde -. **Portaria de Consolidação n.º 5, de 28 de setembro de 2017**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília-DF, 2017.
- BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 396, de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2008.
- CLEARY, R. W. Introdução. In: **ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**, Tampa: Clean Environment Brasil, 2007.
- Confederação Nacional dos Municípios. **Gestores ainda enfrentam dificuldades para elaborar Plano Municipal de Saneamento**. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/gestores-ainda-enfrentam-dificuldades-para-elaborar-plano-municipal-de-saneamento>>. Acesso em: 29 nov. 2018.
- CUSTODIO, E.; SILVA JUNIOR, G.C, Conceptos básicos sobre o papel ambiental das águas subterrâneas e os efeitos da sua exploração. *Boletín Geológico y Minero*. 119(1), 93– 106. 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Oxigênio dissolvido**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/ecoagua/eco/oxigdiss.html>>. Acesso em: 15 dez. 2018.
- ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.
- FETTER, C. W. (1988). **Applied hydrogeology**, Sec. Ed., Merrill Pub., Toronto, 592p.
- FOSTER, S., HIRATA, R., GOMES, D., D'Elia, M. & Paris, M. 2002. **Groundwater quality protection**. The World Bank, Washington, 103 p.

FUNASA – Fundação Nacional da Saúde. **MANUAL PRÁTICO DE ANÁLISE DA ÁGUA**. Ministério da Saúde, 4. ed. 2013.

FUNASA. **MANUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA TÉCNICOS QUE TRABALHAM EM ETAS**. Ministério do Meio Ambiente, 1. ed. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades: Roque Gonzales/RS**. Rio de Janeiro, 2010.

LENZI, Ervim; FAVERO, Luiza Otilia Bortotti; LUCHESE, Eduardo Bernardi. **Introdução à química da água: ciência da vida e sobrevivência**. Rio de Janeiro: LTC, 2009. XXIV, 604 p.

LIBÂNIO, Marcelo. Índices de Qualidade da água. In: **FUNDAMENTOS DE QUALIDADE E TRATAMENTO DE ÁGUA**, 3. ed. Campinas: átomo, 2010.

MS – Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília -DF, 2006.

NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. A ONU e a água. 2018. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 29 nov. 2018.

PHILLIPPI, Jr.A. **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Barueri, 2005.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Salinidade**. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/salinidade>>. Acesso em: 15 dez. 2018.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G.; **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**, 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002.

RICHTER, C. A. Parâmetros de qualidade e definição de processos de tratamento. In: **ÁGUA: MÉTODOS E TECNOLOGIA DE TRATAMENTO**, São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 2009.

RICHTER, C. A.; DE AZEVEDO NETTO, J. M. In: **TRATAMENTO DE ÁGUA**. Tecnologia Atualizada, São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 1991. 332 p.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Nº 52.035, de 19 de novembro de 2014**. Altera o Decreto nº 42.047 de 26 de dezembro de 2002, que regulamenta as disposições da Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994, com alterações, relativas ao gerenciamento e à conservação das águas subterrâneas e dos aquíferos no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. [S. n]. 2014.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. C.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; DA SILVA, I. J.; et al. **Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais**, Brasil, 1999-2000. Caderno de Saúde Pública, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, set. 2006.

SANTOS, ALMANY COSTA. **Estratégias de uso e proteção das águas subterrâneas na região metropolitana do Recife – Estado de Pernambuco – BRASIL**. Tese de doutorado. SÃO PAULO, 2000.

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. **Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático**: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 19, n. 1, p. 43-52, jan/mar. 2014.

SILVA, Edilson Peixoto da. **Brasil: a hidropotência mundial**. 2014. 97 p. Monografia (Bacharel em Relações Internacionais). Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

TODA MATÉRIA. **Escassez de água**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/escassez-de-agua/>> Acesso em: 29 nov. 2018.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Editora UFRGS/ABRH, 2000. 943p.

UNESCO. Relatório. **Água e Emprego** Fatos e números. 2016. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/WWDR2016_Facts_Figures_POR.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

VESILIND, P. A., MORGAN S. M. **Introdução à Engenharia Ambiental** /; Revisão Técnica Carlos Alberto de Moya Figueira Netto, Lineu Belico dos Reis. – São Paulo: Cengage Learning, 2017.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

VON SPERLING, M., 1996. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Un. Federal de Minas Gerais, 243 p.

VON SPERLING, M., 2005. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 452 p.

WHO (a) - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nutrients in Drinking-water**: Water, Sanitation and Health Protection and the Human Environment, Geneva 2005.

WHO (b) - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Water Safety Plans**: Managing drinking-water quality from catchment to consumer, Geneva 2005.

YIDANA, S. M. Groundwater classification using multivariate statistical methods: Southern Ghana. **Journal of African Earth Sciences**, v. 57, p. 455-469, jan. 2010.