



## Estudos de Caso e Notas Técnicas

Alerta: Os artigos publicados nesta seção não são avaliados por pares e não são indexados. A intenção da seção ECNT é prover um espaço para divulgação de dados e estudos de interesse local, sem caráter científico. Sendo assim, a Revista Águas Subterrâneas não se responsabiliza pelo conteúdo publicado.

Disclaimer: Articles published in this section are not peer-reviewed and are not indexed. The intention of the ECNT section is to provide a space for the dissemination of data and studies of local interest, with no scientific character. Therefore, Revista Águas Subterrâneas is not responsible for this content.

# Análise Físico-Química e Microbiológica da Água Subterrânea em um Município da Região Sul do Brasil

## Physical-Chemical and Microbiological Analysis of Underground Water in a Municipality in the Southern Region of Brazil

Ana Lúcia de Castilhos Müller<sup>1</sup>; Lennon Gabriel Ribas Severo<sup>1</sup>; Brenda Silveira de Souza<sup>1</sup>; Cleisson Guimarães Bueno<sup>1</sup>; Daniela Montanari Migliavacca Osório<sup>1</sup>; Daiane Bolzan Berlese<sup>1</sup>; ✉

<sup>1</sup> Universidade Feevale, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

✉ [analuciacastilhos@gmail.com](mailto:analuciacastilhos@gmail.com), [lennonribas\\_lg@hotmail.com](mailto:lennonribas_lg@hotmail.com), [brendasilveirasouza@hotmail.com](mailto:brendasilveirasouza@hotmail.com), [cleissonbue@gmail.com](mailto:cleissonbue@gmail.com), [danielaosorio@feevale.br](mailto:danielaosorio@feevale.br), [daianeb@feevale.br](mailto:daianeb@feevale.br).

### Resumo

#### Palavras-chave:

Água de poço .  
Qualidade da água .  
Potabilidade

Este estudo apresenta uma análise da qualidade da água de poços tubulares de uma região rural do município de Novo Hamburgo - RS, que não é abastecida pelo sistema municipal, sendo os poços fontes únicas de abastecimento local. Para esta pesquisa foi aplicado o mapeamento por zona e utilizado o processo de territorialização considerando 3 áreas distintas denominadas A, B e C. Em cada área foram selecionados três poços e as coletas realizadas nos meses de maio e junho de 2019 e janeiro e fevereiro de 2020. Os parâmetros analisados foram: pH, Cloro livre, cor aparente, turbidez, dureza, Ferro, sólidos dissolvidos totais, Bário, Cádmiio, Chumbo, Cobre, Cromo Fluoreto, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitritos e Coliformes totais e Escherichia Coli (E. coli). As análises foram realizadas na Central Analítica da Universidade Feevale-RS e resultados comparados com a Portaria de Consolidação nº 5, do Ministério da Saúde (2017). Achados microbiológicos com presença de coliformes totais e Escherichia coli nas três áreas analisadas e nas análises físico-químicas foi constatada presença de cádmio, chumbo, ferro, níquel, nitrato e turbidez. Diante desses resultados concluímos que nenhuma das áreas analisada teve a água dentro dos limites de potabilidade estabelecidos na portaria. Diante dos resultados, é urgente a necessidade de monitoramento contínuo da água consumida nesta localidade e bem como medidas de controle sanitário, pelos dos órgãos competentes.

### Abstract

#### Keywords

Well water  
Water quality  
Potability

This study presents an analysis of the water quality of tubular wells in a rural region of the municipality of Novo Hamburgo - RS, which is not supplied by the municipal system, and the wells are the only sources of local supply. For this research, mapping by zone was applied and the territorialization process was used considering 3 different areas called A, B and C. In each area, three wells were selected and the collections were carried out in the months of May and June 2019 and January and February 2020. The parameters analyzed were: pH, free Chlorine, apparent color, turbidity, hardness, Iron, total dissolved solids, Barium, Cadmium, Lead, Copper, Chromium Fluoride, Mercury, Nickel, Nitrate, Nitrites and Total Coliforms and Escherichia Coli (E. coli). The analyzes were carried out at the Analytical Center of the Universidade Feevale-RS and the results were compared with the Consolidation Ordinance nº 5, of the Ministry of Health (2017). Microbiological findings with the presence of total coliforms and Escherichia coli in the three areas analyzed and in the physical-chemical analyzes the presence of cadmium, lead, iron, nickel, nitrate and turbidity was verified. In view of these results, we conclude that none of the analyzed areas had water within the potability limits established in the ordinance. In view of the results, there is an urgent need for continuous monitoring of the water consumed in this location, as well as sanitary control measures, by the competent bodies.

DOI: <http://doi.org/10.14295/ras.v36i2.30182>

## 1. INTRODUÇÃO

A água, é fundamental a sobrevivência humana, animal e vegetal, meio de vida para diversas espécies e parte fundamental na produção de vários bens de consumo. Devido a demanda crescente, principalmente pelo crescimento populacional e uso indiscriminado, a água potável vem se tornando escassa em muitos países do mundo. Por décadas, a escassez de água era direcionada às regiões com solo

árido e semiárido. Atualmente a discussão acerca do problema abrange todas as regiões do mundo, unindo poderes públicos, privados e a população em ações que visem o uso racional da água, evitando ao máximo seu desperdício (SANTOS et al., 2013).

O crescimento populacional e a inexistência de políticas públicas voltadas para a preservação de um importante recurso natural, a qualidade da água vem sofrendo revés dia a dia, principalmente pelas alterações físicas, químicas e biológicas, oriundas das diversas atividades agropecuárias (MERTEN e MINELLA, 2002), sendo dentre elas, uma das responsáveis a agricultura. Percentual este responsável por cerca de 70%, sendo a maior parte utilizada na irrigação, seguida pela indústria, com 20% e para o consumo humano restam 10% do total (ONUBR, 2018). Além do uso da água para irrigação, soma-se a contaminação do solo e os efeitos deletérios causados pelo uso dos fertilizantes e agrotóxicos utilizados nos cultivos agrícolas, seguido do descarte de efluentes domésticos e industriais e do armazenamento de resíduos sólidos em locais inadequados (CORCÓVIA e CELLIGOI, 2012).

A exploração descontrolada dos mananciais, ocupações desordenadas sem planejamento também contribuem para a contaminação dos recursos hídricos (ARAÚJO et al., 2017). Descargas oriundas da agricultura nos sistemas aquáticos, representam séria ameaça à qualidade da água (ALKARKHI et al., 2008). Para entender a importância e conhecer as características das águas subterrâneas, precisa-se conhecer o contexto natural onde está inserida, bem como todo o seu entorno (MEDEIROS et al., 2015; FENG et al., 2016).

Aliada à escassez ou à indisponibilidade, a água subterrânea é uma das fontes mais utilizadas para suprir tal demanda. Conceitualmente água subterrânea é aquela que circula abaixo da superfície terrestre e que pode ser encontrada através de poros e fissuras das rochas sedimentares e compactadas, permitindo a movimentação das águas. Os trajetos percorridos por essas águas, que perpassam entre os poros e rochas permeáveis, fluem para reservatórios subterrâneos, sendo assim depuradas naturalmente através de um processo físico-químico e bacteriológico onde se tornam mais apropriadas para o consumo humano (ABAS, 2018).

Fontes de água subterrânea apresentam como vantagem a qualidade adequada para diversos usos, pois possui um método natural de purificação. O aumento na utilização dessas fontes de água, seguido pela construção de poços sem critérios técnicos e autorização prévia formam um risco à saúde da população. Atividades antrópicas e causas potencialmente contaminantes, como fossas, postos de gasolina, cemitérios entre outros, colocam em risco a qualidade da água (MEDEIROS et al., 2009).

De acordo com Agência Nacional de Águas, é fundamental respeitar as normas de construção do poço para garantir a qualidade da água captada, a máxima eficiência do poço e bom aproveitamento do aquífero. Ressalta-se que as duas normas que regulamentam estão publicadas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O projeto de poço é regulamentado pela NBR-12.212 (ABNT, 1992) e o projeto de execução pela norma NBR 12.244 (ABNT, 1990). Poços abandonados e/ou desativados devem ser tampados de maneira adequada, por seus responsáveis, para que não se tornem possíveis fontes de contaminação do aquífero (BRASIL, 2001).

Durante a construção de poços é importante que se respeite principalmente as regras de isolamento das camadas indesejadas, bem como que se faça o isolamento cimentado no espaço anelar, entre o furo e o poço, evitando a infiltrações superficiais (ZOBY, 2008). Vários autores têm estudado e se preocupado com a crescente contaminação das águas subterrâneas em decorrência de diferentes meios de contaminação (DAS et al., 2010; MIRLEAN et al., 2005; LI e MERCHANT 2013).

Importante ressaltar que uma parcela significativa da população mundial ainda não tem acesso à água potável. Para tanto é de extrema importância o monitoramento e mapeamento da qualidade da água consumida pela população, principalmente para conhecer as possíveis fontes de contaminação. Estima-se que milhões de pessoas morrem no mundo decorrentes das doenças de veiculação hídrica, mortes estas, totalmente evitáveis através do acesso às redes de abastecimento e de escoamento sanitário adequadas (GROTT et al., 2016; OLIVEIRA, LEITE e VALENTE, 2015; GOMES e CAVALCANTE, 2017).

Segundo Freitas e Freitas (2005) a relação água contaminada e doença só se tornou problema de saúde pública no final do século XIX e início do século XX. Como consequência do consumo de água contaminada surgem doenças de veiculação hídrica que se caracterizam pela ingestão de água contaminada por microrganismos de origem entérica, humano ou animal, principalmente por via fecal-oral (AMARAL et al., 2003). Segundo estudo realizado pela FUNASA em 2013, a poluição das águas é o problema ambiental mais sério do Brasil, sendo que 80% das doenças de veiculação hídrica e um terço dos óbitos estão relacionados à contaminação das águas (PAULA JÚNIOR e MODAELLI, 2013).

Diante deste contexto, o trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade da água de poços tubulares, consumida pela população do Bairro de Lomba Grande, no município de Novo Hamburgo-RS.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Caracterização do Local**

No Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul (2005), o município de Novo Hamburgo-RS, assenta-se diretamente sobre Unidade Hidroestratigráfica Pirambóia, que possui característica predominantemente arenosa, granulometria fina e matriz argilosa. Por

isso a região é considerada apenas um aquífero de capacidade mediana a fraca, geralmente com águas de boa qualidade (MACHADO, 2005).

Lomba Grande, bairro rural, do município de Novo Hamburgo-RS, abrange cerca de 160 km<sup>2</sup>, com uma população estimada em mais de 6.000 habitantes, segundo o último Censo do IGBE (2010). A grande maioria desta população consome água oriunda de poços tubulares. É uma região com muitas propriedades de atividade agropecuária e com um sistema de esgoto doméstico realizado por sumidouro e fossa/filtro. Essas práticas apresentam grande potencial contaminante do solo e consequentemente do lençol de água subterrânea.

Lomba Grande ocupa cerca de 2/3 de todo o território de Novo Hamburgo-RS (Figura 1) e segundo dados do Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul (SIOUT, 2018), possui apenas 16 poços cadastrados.

**Figura 1** - Mapa de Novo Hamburgo



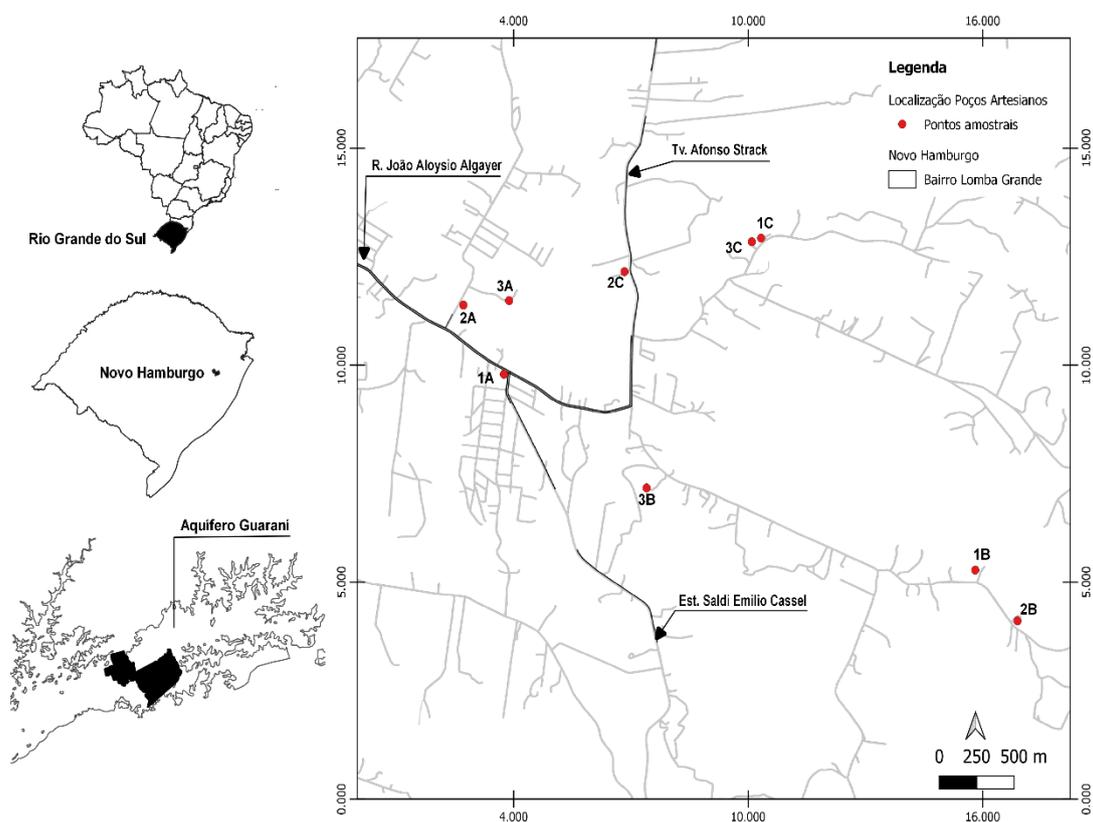
Fonte: Adaptado de Pró Sinos (2014).

## 2.2 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no Bairro de Lomba Grande, em um município da região do Vale do Rio dos Sinos, no Sul do Brasil, nos meses de maio e junho de 2019 e janeiro e fevereiro de 2020. No bairro foram coletadas amostras de água de poço, bem como foi realizada uma entrevista estruturada com os proprietários dos poços. Na entrevista foram indagados sobre a distribuição de água pelo município, tipo de rede de esgotamento sanitário, histórico de análises, características dos poços, como tempo de perfuração, profundidade, distância para a fossa séptica, vedação da tampa do poço, transbordo da fossa, atividades agrícolas na propriedade, bem como se a água recebia algum tipo de tratamento ou filtragem antes do consumo.

As coletas foram realizadas em nove propriedades do bairro, nas localidades do Centro, Morro dos Bois e São Jacó, do Bairro de Lomba Grande, no município de Novo Hamburgo (figura 2). Área A (Centro) corresponde a região urbanizada, com comércio local, escola, posto de combustível e cemitérios; Área B (Morro dos Bois): localização geográfica mais alta, poucos habitantes e com atividade agropecuária; Área C (São Jacó): relevo mais baixo, poucos habitantes, de solo mais úmido, próximo à um córrego.

**Figura 2** - Localização dos pontos de coleta



Fonte: Autores (2019).

### 2.3 Análises físico-químicas e microbiológicas

Após cada período de coletas, as amostras de água foram analisadas no Laboratório da Central Analítica da Universidade Feevale – RS. Os parâmetros analisados foram: pH, Cloro livre, cor aparente, turbidez, dureza, Ferro, sólidos dissolvidos totais, Bário, Cádmio, Chumbo, Cobre, Cromo, Fluoreto, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitritos e Coliformes totais e Escherichia Coli (E. Coli). Tanto os parâmetros físico químicos quanto os microbiológicos analisados, foram realizados de forma padronizada pela Central Analítica e a metodologia utilizada, conforme tabela 1. A divisão de coletas respeitou os períodos estabelecidos na metodologia: as primeiras coletas foram realizadas nos dias 21 de maio, 04 e 26 de junho de 2019. A sequência de coletas foi realizada nos dias 22 e 29 de janeiro e 18 de março de 2020. Imediatamente após cada coleta o material foi acondicionado em caixas térmicas com gelo e transportadas ao laboratório para análise.

**Tabela 1** - Metodologias utilizadas pela Central Analítica para realização das análises

Parâmetro	Metodologia
BárioRM	SM 3111 D
CádmioRM	SM 3111 B
ChumboRM	SM 3113 B
CobreRM	SM 3111 B
Cromo TotalRM	SM 3113 B
FerroRM	SM 3111 B
MercúrioRM	SM 3112 B
NíquelRM	SM 3111 B
Cloro ResidualRM	SM 4500 Cl G
Cor AparenteRM	SM 2120 B
DurezaRM	SM 2340 C
FluoretoRM	SM 4110 B
NitratoRM	SM 4110 B

<b>NitritoRM</b>	SM 4110 B
<b>pHRM</b>	SM 4500 H+
<b>Sólidos Dissolvidos TotaisRM</b>	SM 2540 C
<b>TurbidezRM</b>	SM 2130 B
<b>Escherichia ColiRM</b>	SM 9223 B
<b>Coliformes TotaisRM</b>	SM 9223 B

SM – Standard Methods 23rd Edition (2017).

RM – Ensaio Reconhecido pela Rede Metrológica RS.

Fonte: Autores (2019).

## 2.4 Análise dos Dados

Para que fosse possível a realização da análise da qualidade da água extraída dos poços, o presente estudo analisou os seguintes parâmetros: pH, Cloro livre, cor aparente, turbidez, dureza, Ferro, sólidos dissolvidos totais, Bário, Cádmiu, Chumbo, Cobre, Cromo Fluoreto, Mercúrio, Níquel, Nitrato, Nitritos e Coliformes totais e Escherichia Coli (E. Coli) e após os resultados foram confrontados com os parâmetros de potabilidade da Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017).

Para o conjunto de dados, variáveis quantitativas, foi aplicada uma análise descrita básica, descrita por mediana e amplitude de variação, e as categóricas por frequências absolutas e relativas. Testes não-paramétricos foram realizados devido ao pequeno tamanho amostral em cada área. Para comparar os parâmetros físico-químicos (variáveis quantitativas) entre as duas coletas, o teste de Wilcoxon foi aplicado. Na comparação entre as áreas foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, avaliando a média entre as duas coletas realizadas no presente estudo.

Para os parâmetros microbiológicos (variáveis categóricas), o teste de McNemar foi utilizado para comparar as duas coletas. Na comparação entre as áreas, foi utilizado teste exato de Fisher.

O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ) e todas as análises foram realizadas no programa SPSS versão 21.0.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta a análise descritiva das características dos 9 poços analisados, como tempo de perfuração, profundidade e distância para a fossa da residência. Foi possível identificar a diferença no tempo de perfuração dos poços, variando de 1 a 42 anos. Embora a média de distância entre a fossa séptica da residência e os poços analisados tenha sido de 24,3 metros, em uma das residências a distância encontrada foi de apenas 3 metros, considerando que a distância mínima exigida que é de 15 metros, conforme descrito no Manual de Orientações Técnicas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares (FUNASA, 2013). Em relação à profundidade, a média foi de 90 metros, tendo sido identificado parâmetros entre 65 e 117 metros. No que se refere ao tempo de perfuração, a média obtida foi de 19 anos. A localização, o tempo de perfuração e a profundidade dos poços podem comprometer a qualidade da água extraída, além disso, grandes volumes de chuva também podem ser fontes de contaminação pois seu escoamento serve de transporte de materiais sólidos (FERNANDES, 2012; DELPLA et al., 2011).

Neste estudo observou-se que o tempo de perfuração (tabela 2) pode estar relacionado com a presença de coliformes, uma vez que o único poço que não apresentou alteração neste parâmetro foi perfurado há um ano, os demais a foram perfurados a mais tempo.

**Tabela 2** - Análise descritiva das características dos poços analisados no Bairro de Lomba Grande, município de Novo Hamburgo-RS

Descrição do Poço	Média	Desvio	Mediana	Varição
		Padrão		(Min-Max)
Tempo de perfuração (anos)	19	15,4	15	1 - 42
Profundidade (metros)	90,3	13,8	90	65 - 117
Distância para a fossa da residência (metros)	24,3	19,4	20	3 - 60

Fonte: Autores (2019).

Na tabela 3 são apresentadas as respostas obtidas das entrevistas aplicadas aos proprietários das 9 propriedades pesquisadas. Observa-se que nenhuma das propriedades pesquisadas recebe fornecimento de água pelo município e não contam com rede de esgotamento sanitário, assim como em nenhuma das propriedades a água recebe filtragem ou tratamento antes do consumo.

**Tabela 3** – Entrevista aplicada aos proprietários dos 9 poços analisados no Bairro de Lomba Grande, município de Novo Hamburgo-RS

Questões	% de confirmação		
	AREA A	AREA B	AREA C
A residência possui água fornecida pelo município?	0%	0%	0%
A residência possui tratamento para o esgoto sanitário?	0%	0%	0%
A água do poço já foi analisada alguma vez?	33,3%	33,3%	33,3%
A abertura do poço é vedada?	100%	100%	100%
A tampa do poço está acima do solo?	100%	100%	100%
Já aconteceu de transbordar a fossa?	0%	0%	33,3%
A água é tratada antes de ser consumida?	0%	0%	0%
Há alguma atividade de agricultura e/ou pecuária na propriedade?	66,7%	100%	33,3%

Fonte: Autores (2019).

Constatou-se, a partir das respostas da entrevista, que a totalidade das residências pesquisadas não recebe água do serviço municipal. Igualmente não contam com o tratamento de esgoto sanitário e somente 1 poço por área, 3A, 3B e 3C, já tiveram a água analisada pelo menos uma vez. Um fator de destaque se refere ao fato que em nenhuma das residências a água recebe tratamento antes de ser consumida, considerando que na grande maioria das propriedades, há algum tipo de atividade agrícola e/ou pecuária. A presença de contaminação fecal nas águas subterrâneas pode estar associadas a instalações sanitárias inadequadas, precárias ou próximas a fontes de captação de água (COLVARA; LIMA; SILVA, 2009) sendo que para ser considerada potável a água deve ser livre de organismos patogênicos, indicadores de contaminação fecal (BRASIL, 2013).

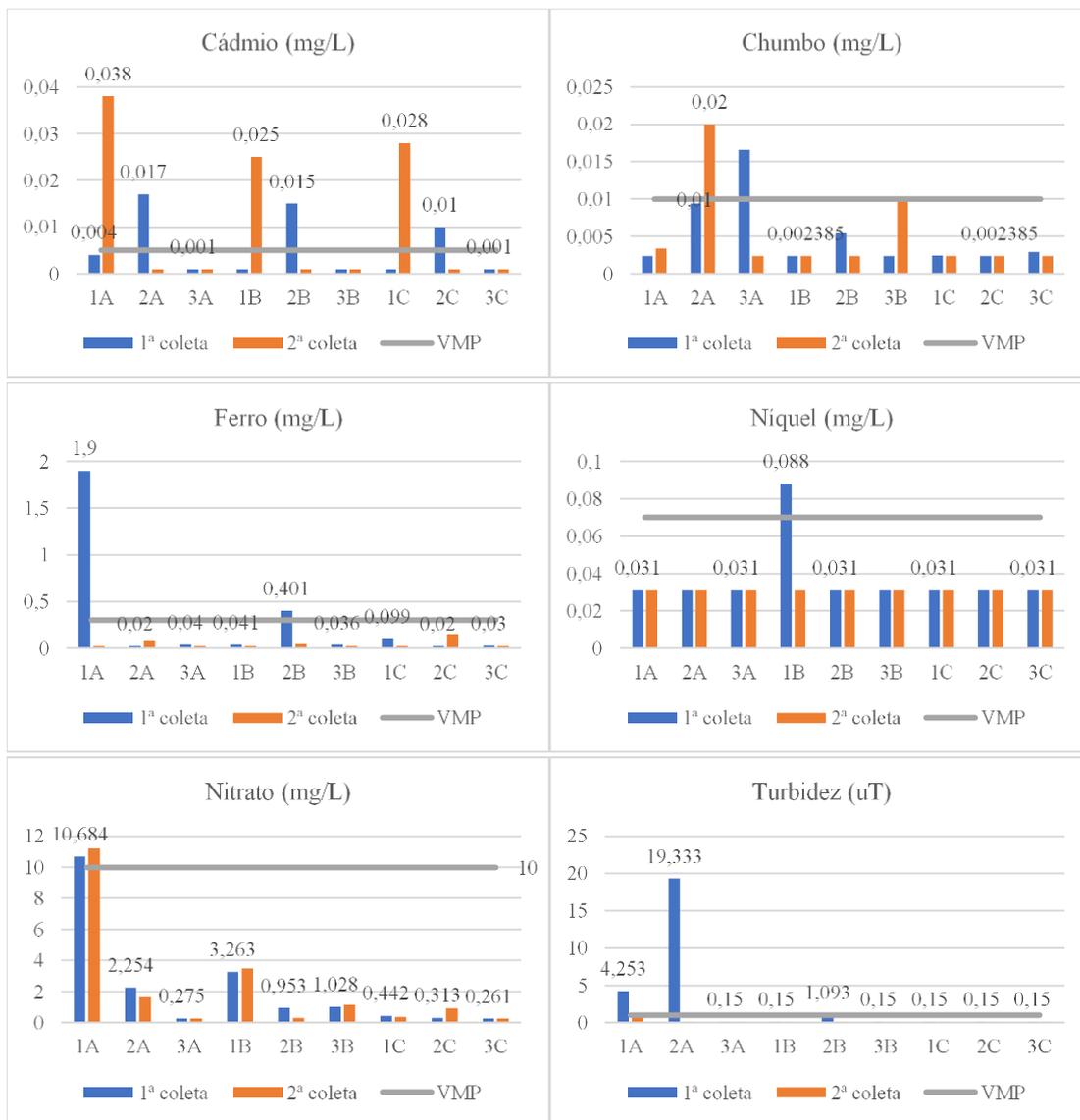
Em relação à vedação e a tampa do poço ser acima do solo, em 100% dos casos os proprietários declararam estarem em acordo com as normas vigentes. Foi questionado se já havia ocorrido o transbordo da fossa séptica, tendo apenas uma das propriedades, da área C, confirmada a situação.

Com a realização da entrevista aos proprietários dos poços, foi possível observar que a amostra estudada não demonstrou preocupação em relação à qualidade da água, visto que não é de costume realizar análises, tampouco tratamento ou mesmo a filtragem antes de consumir a água. Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) o consumo de água contaminada está associado a diversas doenças, sendo responsável por alta taxa de mortalidade na população mais vulnerável. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), muitas das doenças emergentes, principalmente de países em desenvolvimento são oriundas de contaminação da má qualidade da água (RIBEIRO E ROOKE, 2010), sendo a falta de saneamento básico, responsável por milhões de mortes por ano entre crianças de 0 a 5 anos (WHO e UNICEF, 2015).

Nas conversas durante as coletas, os moradores se mostraram curiosos com os possíveis resultados, dados estes que poderiam auxiliar na conscientização sobre a importância das análises frequentes e das possíveis consequências no consumo de água fora dos parâmetros recomendados.

Na figura 3 são expressos os resultados das análises físico-química, cujos resultados, em alguns poços, encontram-se fora dos limites preconizados pela Portaria de Consolidação nº 5, do Ministério da Saúde (2017).

**Figura 3** – Resultados dos parâmetros cádmio, chumbo, ferro, níquel, nitrato e turbidez nas três áreas pesquisadas



\*VMP: Valor Máximo Permitido conforme Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017).

Fonte: Autores (2019).

Relativo aos valores de cádmio, a legislação estabelece um valor máximo de 0,005 mg/L, todas as áreas estudadas tiveram achados acima dos valores máximos permitidos pela portaria. Nos parâmetros de chumbo, a portaria estabelece um limite de 0,01mg/L e nitrato de 10mg/L sendo observadas alterações nas duas coletas da área A. Referente às alterações de ferro, VMP pela legislação é de 0,3mg/L, foram detectados valores superiores nas áreas A e B, somente na primeira coleta. Para o níquel o limite é de 0,07mg/L e aparece fora dos parâmetros desejáveis na primeira coleta da área B. Finalizando, em relação à turbidez, houve alteração nos resultados nas áreas A, nas duas coletas e na área B somente na primeira coleta, sendo que a legislação estabelece 1 uT, como limite tolerável.

O cádmio pode ser oriundo do uso indiscriminado de fertilizantes, assim como as ocorrências de chumbo geralmente são resultado de processos antrópicos como atividades agrícolas ou industriais, mas que podem ser resultado de processos naturais. Já o ferro, por ser um dos metais que mais aparecem no processo de erosão do solo, pode ser encontrado em águas de mananciais subterrâneos. Em relação achados de nitrato, sua presença pode ser justificada pela aplicação dos fertilizantes, degradação de matéria orgânica pela deficiência no saneamento básico ou pelo descarte incorreto de resíduos sólidos. (CUNHA et al., 2016; DALTRO, ANJOS E RABELO GOMES, 2020; LIMA, 2010; WHO, 2011). Já o níquel é um metal naturalmente encontrado em águas naturais e muito utilizado na construção civil. Estudos evidenciam seu potencial tóxico em ambientes aquáticos, quando em altas concentrações. Em análises

realizadas em peixes que foram expostos a concentrações de níquel, sugeriram sinais de indução de estresse oxidativo, alterações no fígado entre outras (TOPAL et al., 2017; ZHENG et al., 2014).

Na tabela 4 apresenta-se a comparação das análises físico-químicas, realizadas em duas coletas, de dias diferentes, contemplando todas as áreas.

**Tabela 4** – Comparação das análises físico-químicas entre as áreas

Variáveis	Área A	Área B	Área C	p	VMP*
	Mediana (min – max)	Mediana (min – max)	Mediana (min – max)		
<b>Bário</b>	0,35 (0,35 – 0,47)	0,35 (0,35 – 0,35)	0,35 (0,29 – 0,35)	0,264	0,7 (mgL-1)
<b>Cádmio</b>	0,01 (0,00 – 0,02)	0,01 (0,00 – 0,01)	0,01 (0,00 – 0,02)	0,871	0,005 (mgL-1)
<b>Chumbo</b>	0,006 (0,002 – 0,02)	0,002 (0,002 – 0,01)	0,002 (0,002 – 0,002)	0,129	0,01 (mgL-1)
<b>Cobre</b>	0,03 (0,02 – 0,68)	0,03 (0,03 – 0,67)	0,66 (0,03 – 0,67)	0,756	2 (mgL-1)
<b>Cromo</b>	0,001 (0,001 – 0,006)	0,001 (0,001 – 0,008)	0,001 (0,001 – 0,007)	0,871	0,05 (mgL-1)
<b>Ferro</b>	0,03 (0,02 – 1,9)	0,04 (0,02 – 0,4)	0,03 (0,02 – 0,1)	0,875	0,3 (mgL-1)
<b>Mercurio</b>	0,00002 (0,02 – 0,03)	0,00002 (0,02 – 0,03)	0,00002 (0,02 – 0,04)	0,591	0,001 (mgL-1)
<b>Níquel</b>	0,03 (0,03 – 0,06)	0,03 (0,03 – 0,09)	0,03 (0,03 – 0,07)	0,939	0,07 (mgL-1)
<b>Cloro residual</b>	0,08 (0,08 – 0,08)	0,08 (0,08 – 0,08)	0,08 (0,08 – 0,08)	1,000	5 (mgL-1)
<b>Cor aparente</b>	6,4 (6,4 – 12,6)	6,4 (6,4 – 8,8)	6,4 (6,30 – 12,1)	0,775	15 uH
<b>Dureza</b>	32,38 (7 – 66,53)	15,36 (7,71 – 25,86)	38,31 (14,95 – 50,99)	0,561	500 (mgL-1)
<b>Fluoreto</b>	0,20 (0,20 – 0,20)	0,20 (0,20 – 0,20)	0,20 (0,20 – 0,20)	1,000	1,5 (mgL-1)
<b>Nitrato</b>	1,94 (0,27 – 10,95)	1,09 (0,63 – 3,37)	0,41 (0,26 – 0,62)	0,193	10 (mgL-1)
<b>Nitrito</b>	0,38 (0,38 – 0,38)	0,38 (0,38 – 0,38)	0,38 (0,38 – 0,38)	1,000	1 (mgL-1)
<b>pH</b>	6,66 (6,51 – 6,85)	6,81 (6,51 – 7,24)	7,60 (6,66 – 7,80)	0,252	6,0 – 9,0
<b>Sólidos dissolvidos</b>	84,25 (22,25 – 187,25)	66,0 (2,90 – 156,0)	84,25 (57,25 – 126,53)	0,864	1000 (mgL-1)
<b>Turbidez</b>	1,9 (0,26 – 11)	1,1 (0,3 – 3,5)	0,35 (0,26 – 0,92)	0,288	1 uT

\*Valor Máximo Permitido conforme Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde.

Valores em itálico referem-se aos resultados fora dos padrões estabelecidos pela portaria.

Teste de Kruskal-Wallis foi utilizado na comparação entre as áreas, fazendo a média entre as duas coletas.

Não houve diferença significativa  $P > 0,05$  para todos os parâmetros.

Conforme tabela 4 foi possível observar que não houve diferença estatística entre as áreas, ( $P \geq 0,05$ ). Embora nos resultados das amostras foram identificados parâmetros em desacordo com o limite tolerado pela Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017), parâmetros esses que se referem ao cádmio, chumbo, ferro, níquel, nitrato e turbidez.

Na tabela 5 são apresentados os resultados dos parâmetros microbiológicos realizados nas duas coletas, de dias diferentes, contemplando todas as áreas.

**Tabela 5** - Resultados dos parâmetros microbiológicos para amostras de água de poço, coletadas no Bairro de Lomba Grande, município de Novo Hamburgo

Poço	1ª Coleta		2ª Coleta		1ª Coleta		2ª Coleta	
	Coliformes NMP/100 ml*	Totais	Coliformes NMP/100 ml*	Totais	Escherichia NMP/100 ml*	Coli	Escherichia NMP/100 ml*	Coli
<b>1A</b>	Ausente		Presente		Ausente		Ausente	
<b>2A</b>	Ausente		Ausente		Ausente		Ausente	
<b>3A</b>	Presente		Presente		Presente		Ausente	
<b>1B</b>	Ausente		Presente		Ausente		Presente	
<b>2B</b>	Presente		Presente		Ausente		Ausente	
<b>3B</b>	Ausente		Presente		Ausente		Ausente	
<b>1C</b>	Presente		Presente		Presente		Ausente	
<b>2C</b>	Ausente		Presente		Ausente		Ausente	
<b>3C</b>	Presente		Presente		Ausente		Ausente	

\*NMP: ausente em 100 ml de água.

Teste de McNemar foi utilizado para comparar as duas coletas.  $P = 0,332$

Teste exato de Fisher foi aplicado na comparação entre as áreas.

Resultados em itálico referem-se aos resultados fora dos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017).

Fonte: Autores (2019).

Com relação aos parâmetros microbiológicos, descritos na tabela 5, referentes a coliformes totais e E. coli, os resultados indicam que somente o Poço 2A não apresentou contaminação microbiológica nas duas coletas, nos demais poços os resultados foram positivos em pelo menos um dos parâmetros analisados. No que se refere a coliformes totais, em ambas as áreas os resultados foram positivos, sendo ocorrência maior na segunda coleta. Em contrapartida, quanto a E. coli, os resultados foram positivos, sendo a ocorrência maior na primeira coleta. Os poços 3A e 1C, apresentaram maior número de ocorrência e em parâmetros microbiológicos. Os poços 1A, 3B e 2C apresentaram a menor ocorrência dos parâmetros microbiológicos testados em relação aos demais. Os corpos hídricos podem ser contaminados de várias formas, sendo a mais comum o despejo e o manejo incorreto do esgoto doméstico, além da proximidade do poço com a fossa séptica ser uma provável causa de contaminação fecal (FERNANDES, 2012; GOMES et al., 2016).

Se considerarmos os parâmetros de contaminação microbiológica, 8 dos 9 dos poços analisados encontravam-se fora dos níveis de potabilidade exigidos pela Portaria de Consolidação nº 5 do Ministério da Saúde (2017), dados esses que corroboram com SILVA, BARBOSA e SILVA (2018) que trazem resultado, indicando contaminação por coliformes em 50% dos poços analisados. SILVA et al. (2017) ressaltam em seus achados que nenhuma das amostras analisadas atendeu os padrões estipulados pela legislação.

O grupo dos coliformes estão associados a decomposição de matéria orgânica e possivelmente tiveram contato recente com dejetos fecais, sendo que a presença dessas bactérias torna a água imprópria ao consumo (BETTEGA, 2006).

De fato, a importância da água para os seres vivos é indiscutível, sendo indispensável à sobrevivência na terra, mas também pode ser um veículo de transmissão de agentes patógenos quando estiver fora dos padrões de potabilidade. Levando em consideração que uma parcela significativa da população mundial ainda não tem acesso à água potável, estima-se que milhões de pessoas morrem no mundo decorrentes das doenças de veiculação hídrica, sendo que poderiam ser evitadas, através do acesso às redes de abastecimento e de escoamento sanitário adequadas. (MATTOS et al., 2017; GROTT et al., 2016; OLIVEIRA, LEITE e VALENTE, 2015).

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo avaliou a qualidade da água de poços tubulares de uma comunidade localizada no município de Novo Hamburgo-RS. Os parâmetros analisados compreenderam características físico-químicas e microbiológicas. Foi possível observar que as alterações físico-químicas não apresentaram diferença significativa entre os poços das diferentes áreas, embora as áreas estudadas tenham características distintas, considerando as regiões, uma central, urbanizada, com comércio local, escola, posto de combustível e cemitérios, outra de localização geográfica mais alta, poucos habitantes e com atividade agropecuária e, por fim a terceira de relevo mais baixo, poucos habitantes, de solo mais úmido. Características distintas e resultados semelhantes que parecem não ter relação com as atividades realizadas no seu entorno, bem como o tempo de perfuração e a profundidade dos poços. Em relação à análise microbiológica destacaram-se o poço 2 da área A, pela ausência de alterações e os poços 3 da área A e 1 da área C em maior número de ocorrência. Considerando a totalidade de itens analisados, a área que mais apresentou alterações de valores máximos permitidos foi a área A (Central). Paralelamente foi identificada a necessidade de informação à população local acerca dos parâmetros de referência, pois ela consome e está exposta aos riscos inerentes advindos do consumo de água contaminada.

Da mesma forma que medidas de controle sanitário devem ser disseminadas através dos órgãos competentes como manutenção e prevenção à saúde humana. Este estudo não pretende generalizar os dados encontrados, pois trata-se de uma análise local, mas contribui para os demais estudos da área.

Diante do exposto é urgente que se tome medidas para controle e principalmente que a população tenha acesso a informações que possam corroborar com o melhor manejo, controle e consumo seguro da água.

#### REFERÊNCIAS

- ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php>. Acesso em: 26 de setembro 2018.
- ALKARKHI, A. F. M. et al. Multivariate analysis of heavy metals concentrations in river estuary. *Environmental Monitoring And Assessment*, [s. l.], v. 143, n. 1-3, p. 179-186, 2008.
- AMARAL, L. A. et al. 2003. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. *Revista de Saúde Pública* 37(4):510-514.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). "Standard Methods for The Examination Of Water And Wastewater." American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. 23a ed Washington, DC, 2017.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Microbiological examination. In: American Public Health Association, editor. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21a ed. Washington: APHA, 2005.
- ARAÚJO, K. V. et. al. Vulnerabilidade natural e perigo de contaminação do Sistema Aquífero Dunas na região Norte do Município de Aquiraz, Ceará. *Revista do Instituto Geológico, São Paulo*, 38 (2), 37-48, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12212**: Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea — Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12244**: Construção de poço tubular para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2006.
- BETTEGA, J. M. P. R. et al. Métodos analíticos no controle microbiológico de água para consumo humano. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, 2006, vol.30, n.5, pp.950-954.
- BRASIL. Agência Nacional De Águas – ANA. Resolução N° 724, DE 03/10/ 2011. Estabelecer procedimentos padronizados para a coleta e preservação de amostras de águas superficiais para fins de monitoramento da qualidade dos recursos hídricos, no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA). Brasília, DF.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil, ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas.html>. Acesso em 27/09/2018 às 19:22.
- BRASIL. Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde, Brasília, DF.
- BRASIL. Resolução N°. 16, de 8 de maio de 2001 - Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. Brasília, DF.

COMPANHIA RIOGRANDENSE DE SANEAMENTO – CORSAN. Disponível em: <http://www.corsan.com.br/corsan-alerta-para-riscos-do-consumo-de-agua-de-pocos-particulares> acesso em 23/10/2018.

COLVARA, J. G.; LIMA, A. S.; SILVA, W. P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 2, p. 11-14, 2009.

CONSÓRCIO PÚBLICO DE SANEAMENTO BÁSICO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOS SINOS - PRÓ-SINOS. Plano Municipal de Saneamento Básico. Setembro, 2014.

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação Preliminar Da Qualidade Da Água Subterrânea No Município De Ibiporã-Pr. *Revista de estudos ambientais (Online)* v. 14, n. 2esp, p. 39-48, 2012.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Disponível em:  
DAS, M. et al. Evaluation of drinking quality of groundwater through multivariate techniques in urban area. *Environmental monitoring and assessment*, [s. l.], n. 1-4, p. 149, 2010.

CUNHA, F. G.; VIGLIO, E. P.; ANJOS, J. A.S. A.; LOUREIRO, T. B. Estudos geoquímicos no município de Boquira - Estado da Bahia. CPRM: 37 p., 2016.

DALTRO, R. R., DOS ANJOS, J. Â. S. A., & GOMES, M. D. C. R. (2020). Avaliação de metais pesados nos recursos hídricos do município de Boquira, No Semi-árido Baiano-Brasil. *Geociências (São Paulo)*, 39(1), 139-152.

DAS, M.; KUMAR, A.; MOHAPATRA, M.; MUDULI, S. (2010) Evaluation of drinking quality of groundwater through multivariate techniques in urban area. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 166, n. 1-4, p. 149-157.

DELPLA, I. et al. Impactos da mudança climática na qualidade da água da superfície em relação à produção da água de beber. *Revista de Saúde Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v. 6, n. 2, p.85-107, ago. 2011.

FENG, X. et al. Source to sink: Evolution of lignina composition in the Madre de Dios River system with connection to the Amazon basin and off shore. *AGU - Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*.

FREITAS, M.B.; FREITAS, C.M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de saúde. *Ciência & Saúde Coletiva* 2005; 10(4): 993- 1004.

GEO-Brasil Recursos Hídricos: Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil/Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional das Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília; MMA; ANA, 2007.

GOMES, M. C. R.; CAVALCANTE, I. N. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água subterrânea. *Águas Subterrâneas*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 134-49, jan. 2017.

GROTT SC, HARTMANN B, SILVA FILHO HH, FRANCO RMB, GOULART JAG. Detecção de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. *Rev. Ambiente Água*. 2016; 11(3): 689-701.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em 29/08/2018 às 13:22.

LI, R; MERCHANT, J. W. Modeling vulnerability of groundwater to pollution under future scenarios of climate change and biofuels-related land use change: A case study in North Dakota, USA. *Science of the total environment*, [s. l.], p. 32, 2013.

LIMA, A. Composição e Origem das Águas Minerais Naturais: Exemplo de Caldas da Saúde. Lisboa: Edições Almedina, 246 p., 2010.

MACHADO, J. L. F. Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final / José Luiz Flores Machado; Marcos Alexandre de Freitas. - Porto Alegre: CPRM, 2005.

MATTOS, G. N. et. al. Avaliação de Coliformes Totais e *Escherichia coli* em Diferentes Lotes de Água Mineral Comercializadas em um Município do Sudoeste Baiano. *Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia*. V.11, N. 38. 2017.

MEDEIROS, C. M. et al. Qualidade das águas subterrâneas na porção sedimentar da região do baixo curso do Rio Paraíba. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Anais... Campo Grande, 2009.

MEDEIROS, P. M. et al. Fate of the Amazon River dissolved organic matter in the tropical Atlantic Ocean. *AGU - Global Biogeochemical Cycles* 10.1002/2015GB005115.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *EMATER – Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v3, n.4, out/dez 2002.

MIRLEAN, N. et al. O impacto industrial na composição química das águas subterrâneas com enfoque de consumo humano. Departamento de Geociências, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, CP 474, 96201-900. Rio Grande - RS [s. l.], 2005.

OLIVEIRA, A. F.; LEITE, I. C.; VALENTE, J. G. Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil: 2005. *Ciênc. Saúde coletiva*. 2015; 20(4): 1027-36.

ONU BR - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Disponível em <https://nacoesunidas.org/em-dia-mundial-da-agua-onu-defende-solucoes-para-problemas-hidricos-baseadas-na-natureza>. Acesso em 29/08/2018 às 16:35.

PAULA JÚNIOR, F. de.; MODARELLI, S. (Org.). Política de águas e educação ambiental: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos. Brasília: MMA/SRHU, 2013.

PRODANOV, CC. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

Progress On Drinking Water, Sanitation And Hygiene: 2017 update and SDG baselines. 1. Water supply - standards. 2. Sanitation - trends. 3. Drinking water - supply and distribution. 4. Program evaluation. I. World Health Organization. II. UNICEF.

RIBEIRO E ROOKE, 2010. Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública. Especialização em análise ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora. Brasil.

SANTOS, J. O. et al. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. Revista Brasileira de Gestão Ambiental-RBGA, v. 7, n. 2, p. 19-26, Pombal, abr./jun. 2013.

SILVA, A. B. et. al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. Águas Subterrâneas, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017b.

SILVA, J. B.;et al. As concepções da escassez de recursos hídricos no Brasil e no mundo: a saída é a cobrança?Revista Internacional de Desenvolvimento Local. Vol. 7, N. 12, p. 153-164, Mar. 2006.

SILVA, L. P.; BARBOSA, J. P.; SILVA, G. A. Análise exploratória de dados da qualidade da água de poços amazonas na cidade de Macapá, Amapá, Brasil. Águas Subterrâneas, v. 32, n. 1, p. 43-51, 2018.

SISTEMA DE OUTORGA DE ÁGUA DO RIO GRANDE DO SUL SIOUT. Disponível em <http://www.siout.rs.gov.br>. Acesso em 12/09/2018 às 14:30.

TOPAL, A. et al. Physiological and biochemical effects of nickel on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) tissues: assessment of nuclear factor kappa B activation, oxidative stress and histopathological changes. Chemosphere, v. 166, p. 445-452, 2017.

ZHENG, G. H., LIU, C. M., SUN, J. M., FENG, Z. J., & CHENG, C. (2014). Nickel-induced oxidative stress and apoptosis in *Carassius auratus* liver by JNK pathway. Aquatic toxicology, 147, 105-111.

ZOBY, J. L. G. Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil. In: XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Anais...Natal, 2008.

WHO. World Health Organization. Guidelines for drinking water Quality. Estados Unidos da América, 564 p., 2011.