



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QUÍMICA INDUSTRIAL**

**HUMBERTO ANDRADE DE ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS ORGANOLÉPTICOS E BACTERIOLÓGICOS DE  
POÇOS ARTESIANOS EM UM MUNICÍPIO DA PARAÍBA**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2021**

**HUMBERTO ANDRADE DE ARAÚJO**

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS ORGANOLÉPTICOS E BACTERIOLÓGICOS DE  
POÇOS ARTESIANOS EM UM MUNICÍPIO DA PARAÍBA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Departamento de Química da  
Universidade Estadual da Paraíba, como requisito  
parcial à obtenção do Título de Bacharel em  
Química Industrial.

**Orientadora: Professora Dra. Marcia Ramos Luiz**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A663a Araújo, Humberto Andrade de.  
Avaliação de parâmetros organolépticas e bacteriológicas de poços artesianos em um município na Paraíba [manuscrito] / Humberto Andrade de Araujo. - 2021.  
40 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.  
"Orientação : Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz, Coordenação do Curso de Química Industrial - CCT."  
1. Água subterrânea. 2. Poço artesianos. 3. Qualidade da água. I. Título

21. ed. CDD 628.114

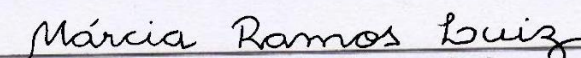
HUMBERTO ANDRADE DE ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS ORGANOLÉPTICOS E BACTERIOLÓGICOS DE  
POÇOS ARTESIANOS EM UM MUNICÍPIO DO SERIDÓ PARAIBANO**

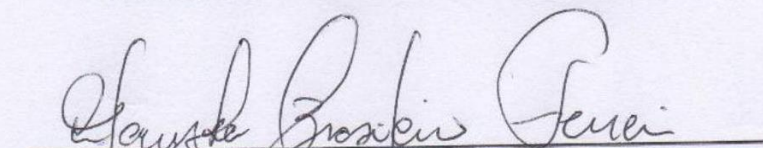
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Departamento de Química  
da Universidade Estadual da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do Título de  
Bacharel em Química Industrial.

APROVADA EM: 19 / 03 / 2021.

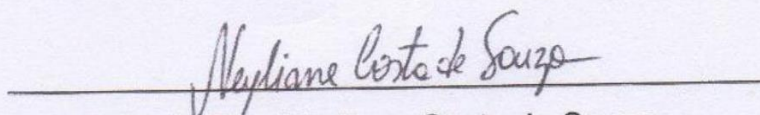
**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Márcia Ramos Luiz  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Weruska Brasileiro Ferreira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Neyliane Costa de Souza  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

CAMPINA GRANDE – PB

2021

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS por me abençoar com a capacidade de discernir o bem do mal.

A minha família, mãe, irmãos, primos, tios e tias, avós, pelo apoio de sempre, agradeço.

Aos amigos, entre os quais destaco, Francisco das Chagas Clementino, pelo incentivo.

Aos Senhores, Joelson Alves de Brito, Antônio Marcos Alves de Farias e Stenio Pereira da Silva, pelo apoio na amostragem das águas.

A Professora Dra. Marcia Ramos Luiz por possibilitar essa conquista com sua orientação.

As Professoras Dra. Weruska Brasileiro Ferreira e a Dra. Neyliane Costa de Souza, pela disposição em me avaliar e sugestões para melhoria desse trabalho.

Aos professores do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba por me passarem conhecimento para tecer este trabalho e para melhor compreender a natureza e seus fenômenos.

Aos colegas de classe, agora, amigos e amigas, dentre os quais destaco Siony Santos Alves e Myrian Steffany G. de Araújo por me apoiarem durante o curso, não me deixar desistir e, inclusive, me apresentar a minha Orientadora.

A Amanda Laurentino Torquato pela presteza no LARTECA na realização das análises.

E a todos os envolvidos direta ou indiretamente na realização deste trabalho, meu imenso agradecimento.

*“Na natureza, nada se cria, nada se destrói, tudo se transforma”.*

Antoine Laurent Lavoisier

## RESUMO

As águas subterrâneas são extraídas, disponibilizadas e utilizadas diariamente, inclusive para consumo humano, por isso é necessário avaliar a qualidade destas águas para garantir sanidade para as pessoas que estão consumindo. Na região do Seridó paraibano, o subsolo apresenta águas com aparência agradável, límpida, incolor e, em alguns casos, consideradas doce. O consumo destas águas é diário. Este trabalho visou avaliar as características organolépticas e bacteriológicas das águas oriundas de poços artesianos localizados na zona rural e urbana de um município do Estado da Paraíba. Foram analisadas amostras de águas de três poços artesianos codificados como A, B e C. Verificaram-se as características destas águas e sua concordância com a legislação vigente. Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: alcalinidade, cor, condutividade, dureza, ferro, pH, salinidade, sólidos totais dissolvidos, turbidez e temperatura. Para as análises bacteriológicas foram realizados testes presuntivos de coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados apresentaram que todas as amostras apresentaram alguma não conformidade com a legislação. Para os parâmetros físico-químicos: a amostra do Poço A, apresentou inconformidade nos parâmetros de pH 2,8 e condutividade elétrica 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; a amostra do Poço B nos parâmetros pH 5,1, cor 130 uH, turbidez 33,8 uT e teor de ferro 4,47 mg/L; e na amostra do Poço C, nos parâmetros pH 2,7, cor 23,6 uH e teor de ferro 0,93 mg/L. Quanto ao parâmetro bacteriológico para os coliformes totais todas as amostras estão em inconformidade com a legislação e para *Escherichia coli* todas as amostras estão em conformidade com a legislação. Analisando as águas, apresentaram-se inaptas ao consumo humano em seu estado *in natura*, no entanto, passíveis de tratamentos simples.

**Palavras-chave:** Avaliação. Água subterrânea. Poço artesiano.

## ABSTRACT

Groundwater is extracted, made available and consumed daily, including for human consumption, so the quality of these waters is necessary to ensure safety for the people who are consuming it. In the Seridó region of Paraíba, the subsoil has waters with a pleasant appearance, clear, colorless and, in some cases, considered sweet. The consumption of these waters is daily. This work aimed to evaluate the organoleptic and bacteriological characteristics of the waters from artesian wells located in rural and urban areas of the municipality in the State of Paraíba. Water samples from three artesian wells coded as A, B and C, were analyzed. The following physical-chemical parameters were analyzed; alkalinity (mg CaCO<sub>3</sub>/L), color conductivity (μS/cm), (uH), hardness (CaCO<sub>3</sub>/L), iron (ppm), pH, salinity (PSU), total dissolved solids (mg/L), turbidity (uT) and temperature (°C). For microbiological analyzes, presumptive test of total coliforms and *Escherichia coli* were performed. The results showed that all samples are non-compliant with the legislation. For the physical – chemical parameters: the sample from well A, presented non-compliance with the legislation in parameters pH 2,8 and electrical conductivity 300 μS/cm; the sample from well B, with parameters pH 5, color 130 uH, turbidity 33,8 uT and iron content 4,47 mg/L; and in the sample of well C, in the parameters pH 2,7, color 23,6 uH and iron content 0,93 mg/L. As for the microbiological parameter for total coliforms, all samples are not in compliance with the legislation, for *Escherichia coli*, all samples are in compliance with legislation. Analyzed the waters, they were unfit for human consumption in their fresh state, however, subject to simple treatment.

**Keywords:** Assessment. Groundwater. Artesian well.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição das Águas no Planeta.....	15
Figura 2: Setores que Utilizam das Fontes de Água Subterrâneas.....	16
Figura 3: Parâmetro de alcalinidade das amostras. ....	27
Figura 4: Amostras das águas dos poços A, B e C após coleta. ....	28
Figura 5: Resultados das análises para o parâmetro cor. ....	29
Figura 6: Resultados das análises para o parâmetro Condutividade Elétrica. ....	30
Figura 7: Resultados das análises para o parâmetro dureza. ....	31
Figura 8: Resultados das análises para o parâmetro Ferro.....	32
Figura 9: Resultados das análises para o parâmetro pH.....	33
Figura 10: Resultados do parâmetro salinidade das amostras.....	34
Figura 11: Resultados para o parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos. ....	35
Figura 12: Resultados das análises para o parâmetro Turbidez. ....	35
Figura 13: Aparência das amostras após turvação. ....	37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1. ÁGUA DOCE</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2. ÁGUA SUBTERRÂNEA</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.1. Qualidade das águas subterrâneas</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3. IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4. PARÂMETROS IMPORTANTES DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO</b> ...	<b>18</b>
<b>2.4.1. Parâmetros Físico-Químicos</b> .....	<b>18</b>
2.4.1.1. Alcalinidade .....	18
2.4.1.2. Cor .....	18
2.4.1.3. Condutividade elétrica.....	19
2.4.1.4. Dureza Total.....	19
2.4.1.5. Ferro.....	19
2.4.1.6. pH.....	20
2.4.1.7. Salinidade.....	20
2.4.1.8. Sólidos Totais Dissolvidos.....	21
2.4.1.9. Turbidez .....	21
2.4.1.10. Temperatura.....	21
<b>2.4.2. Parâmetros Bacteriológicos</b> .....	<b>22</b>
2.4.2.1. Coliformes totais.....	22
2.4.2.2. Escherichia coli .....	22
<b>2.5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>23</b>
<b>2.5.1. Localização dos poços</b> .....	<b>23</b>
2.5.1.1. Poço A.....	23
2.5.1.2. Poço B.....	23
2.5.1.3. Poço C .....	23
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA</b> .....	<b>24</b>

<b>3.2. COLETA DA AMOSTRA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS .....</b>	<b>25</b>
<b>3.4. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS.....</b>	<b>25</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>4.1. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS AMOSTRAS .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS DAS AMOSTRAS.....</b>	<b>36</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As águas de poços e de fontes vêm sendo intensamente utilizadas para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer. Embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do Brasil a água subterrânea representa o principal manancial hídrico. Ela desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico do país e permite o atendimento de comunidades pobres ou distantes das redes de abastecimento público (QUEIROZ et al., 2018).

Para se confirmar tamanha importância dessa fonte de água, em 2010, dos 5.565 municípios brasileiros, 47% eram abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 39 % por águas subterrâneas e 14% por abastecimento do tipo misto (ANA, 2010).

A água é um recurso natural essencial para a manutenção da vida. Isto pode ser verificado quanto se tenta citar qualquer atividade humana ou produção de bens, que não envolva a água em alguma etapa (RÊGO, 2018). Por ser encontrada em grande parte do território de todas as regiões do Brasil, água subterrânea é muito explorada e disponibilizadas para diversos fins. Este bem é o recurso mais extraído do subsolo brasileiro (HIRATA, 2019A).

No entanto, toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual ou coletiva de abastecimento de água, independente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2017). A qualidade da água superficial e subterrânea é condicionada por variáveis naturais ligadas, por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, geologia, cobertura vegetal, manejo de solo, entre outros (ANA, 2018).

Embora as águas subterrâneas sejam consideradas mais protegidas devido camadas de solo e pouco oxigênio, não está livre de espécies químicas que possam causar danos em equipamentos e nem mesmo de contaminantes que possam prejudicar a saúde de quem a consome. Para evitar maiores complicações e mesmo doenças, a disponibilização de água deve ser feita de maneira segura e para que isso seja alcançado é importante a execução das análises físico-químicas e microbiológicas para verificação da qualidade destas águas, principalmente as destinadas ao consumo humano de forma direta ou indireta, afim de comprovar a

ausência ou presença de microrganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores (ROBERTO, 2018).

Praticamente em todo território do município estudado encontra-se como água subterrânea, que varia em relação a forma de extração, quantidade, qualidade e se doce ou salobra. A extração dessas águas, ditas águas subterrâneas, é comum desde o final da década de 1990, quando, após uma forte estiagem, se maximizou a exploração desse bem na zona rural, para o abastecimento da própria zona rural e principalmente para demanda urbana.

Embora passado quase duas décadas daquela estiagem, as águas se popularizaram e sua extração continua até os dias atuais. Sendo o uso destas águas, para dessedentação animal, irrigação de hortaliças, higienização pessoal e de ambientes, aplicação na lavra de minérios e para o consumo humano. Esta última finalidade, tem atendido não apenas a população daquele município, como também as regiões circunvizinhas. Como relata Tomaz Filho (2019):

*“Esta localidade é rica em água, na sua grande maioria doce e desde 1930 vem beneficiando os moradores desse município e suas vizinhanças”.*

Explicitando a difusão daquelas águas por uma região maior que as delimitações daquele município e, por consequência, aumentando a probabilidade de disseminar complicações à saúde de um número considerável de consumidores, ressaltando a necessidade de conhecer a sua qualidade, uma vez que quanto maior a distribuição das águas, maior o risco de propagação de problemas relacionados ao seu consumo, caso tais águas se encontrem em desacordo com os parâmetros de potabilidade estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 05/2017 do Ministério da Saúde.

Tais parâmetros de potabilidade são indicadores de qualidade, que devem ser constantemente verificados através das análises físico-químicas e microbiológicas.

Há histórico e registros de monitoramento de águas distribuídas no município, no entanto, das águas nos pontos de comercialização e distribuição. Quanto as águas *in natura*, não há registro de estudo ou monitoramento.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

O presente trabalho tem por objetivo verificar a qualidade das águas subterrâneas no estado *in natura* de um município da Paraíba.

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

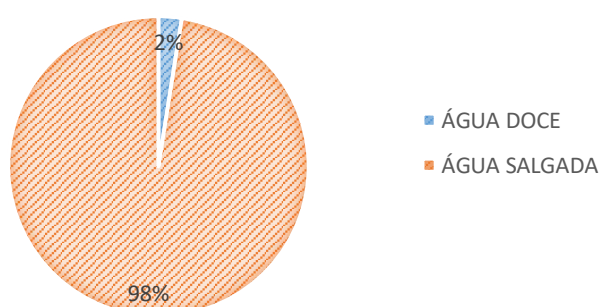
- Realizar análises organolépticas e bacteriológicas em amostras de água de poços artesianos.
- Comparar os resultados com os valores preconizados pela Portaria de Consolidação Nº 05 de 28 de setembro de 2017, da Resolução CONAMA Nº 356 de 03 de abril de 2008 e com as Orientações da Organização Mundial da Saúde.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Água doce

A água é sem dúvida o bem mais precioso para o ser humano e para qualquer processo industrial (GAUTO; ROSA, 2013). Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo direto nem à irrigação de plantação. Dos 2,5 % da água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas e 1% encontram-se nos rios. Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para vida humana (ANA, 2018). Representando esses números em forma de gráfico, tem-se a Figura 1.

Figura 1: Distribuição das Águas no Planeta.



Fonte: adaptado de Agência Nacional das Águas e Saneamento básico, 2018.

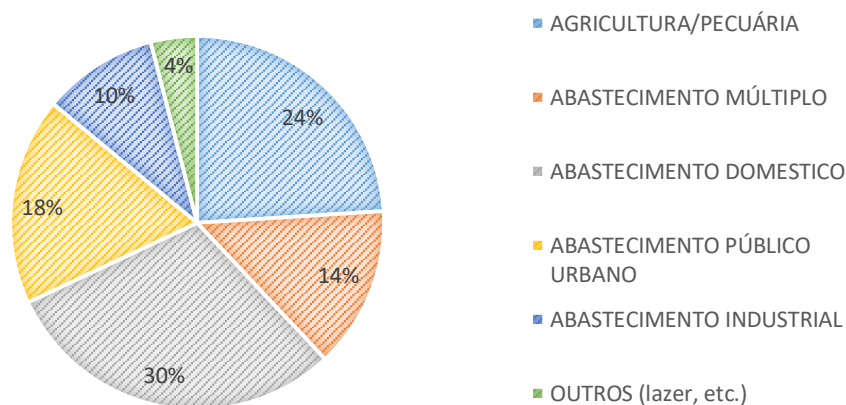
Devido a porcentagem muito baixa de água doce disponível no mundo, o gerenciamento destas deve ser o mais eficaz possível. Além disso, diversas doenças são consideradas de veiculação hídrica. Tais doenças podem acometer no ser humano de maneira tóxica ou por ingestão. Por isso, o monitoramento da qualidade da água subterrânea é de fundamental importância para o delineamento de estratégias que mantenham os níveis de potabilidade dentro da faixa de segurança aceitável pela legislação e, assim, a sadia qualidade de vida da população, abastecida por esta, seja mantida (FERRAZ et al., 2018).

## 2.2. Água subterrânea

Os 30% de água subterrânea tem se mostrado de grande importância. Em todo o mundo a água de poço representa a maior e mais importante fonte de água potável fresca (VIDYA et al., 2018).

Segundo Hirata (2019B), em parceria com o Instituto Trata Brasil e a Universidade de São Paulo, USP, em seu trabalho “A revolução Silenciosa das Águas Subterrâneas no Brasil”, estima-se que o um 1.000.000 (um milhão) de metros cúbicos, aproximadamente, captada anualmente a torna a substância mais extraída do subsolo. O estudo ainda aponta como os setores que utilizam das fontes subterrâneas se distribuem, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2: Setores que Utilizam das Fontes de Água Subterrâneas



Fonte: INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018.

### 2.2.1. Qualidade das águas subterrâneas

A qualidade das águas subterrâneas está intrinsecamente ligada a composição do solo que a cerca, que podem ser rochas, argilas e a combinação destas, entre outras. No processo de infiltração, a água modifica constantemente sua composição em decorrência do contato com o solo, rochas e seus minerais. Sua composição química é o resultado da composição original e da água que infiltra, com evolução físico – química influenciada pelas rochas atravessadas e pelo tempo de permanência no aquífero (FACCO, 2018).



Para Prado Filho (2019), os problemas de qualidade natural das águas subterrâneas relacionam-se aos elementos químicos que são incorporados à água vindos do intemperismo e dissolução de minerais nas rochas.

Da mesma forma que as camadas de materiais diversos acima dos aquíferos acrescentam características geoquímicas, também se comportam como barreiras físicas para vários contaminantes. Desta forma, as águas de captação subterrânea apresentam vantagens, quando comparadas as de captação em mananciais superficiais. Tais vantagens desta água bruta, decorre da percolação através dos interstícios granulares do solo, o que permite, salvo algumas exceções, prescindir da quase totalidade das etapas inerentes à potabilidade, e em muitos casos, tornando-se necessária apenas as etapas de desinfecção (BRASIL, 2006).

No estudo de Rosa et al. (2017) sobre a relação entre resistividade elétrica, condutividade hidráulica e os parâmetros físico-químicos reforçaram-se que condicionantes hidrogeológicos como porosidade, comunicação entre poros, salinidade, fraturamento, entre outros, são fatores que controlam tais parâmetros físico-químicos, entre eles, a condutividade elétrica das águas. Dessa relação, o estudo da condutividade elétrica de um corpo de água é utilizado para fornecer informações sobre as características do solo que a rodeiam.

### **2.3. Importância do monitoramento das águas para consumo humano**

A água subterrânea é uma fonte imprescindível para o abastecimento público de diversas cidades da região do semiárido, haja vista que vários municípios passam por períodos prolongados e secas severas, fazendo com que seus reservatórios utilizados para abastecimento de água tenham redução drástica dos seus níveis de água, conseqüentemente, prejudicando o abastecimento (CRISPIM et al., 2017).

A água destinada ao consumo humano tem prioridade aos demais usos e como não a encontramos pura, esta deve passar por um conjunto de etapas denominado tratamento de água, a fim de que se possa utilizar sem que represente risco à saúde (GOMES, 2017). A ingestão de água pelos seres humanos é de uso mais restritivo e fundamental, pois não há influência apenas da quantidade de água obtida, mas também da qualidade que esta apresenta (RÊGO, 2018).

A água ingerida precisa estar em condições físico-químicas e microbiológicas adequadas, pois trata-se de um constituinte importante para o organismo e é imprescindível para a sobrevivência dos indivíduos (MACÊDO et al., 2018).

Indispensável para o organismo, a qualidade da água ingerida permite a não interferência nas reações. A água tem função apenas de solubilizar ou dissociar espécies químicas disponibilizando-as ao metabolismo. Em tais reações, o papel da água como solvente está associado a sua principal propriedade: agente solubilizante de nutrientes, propiciando a ionização do ácido clorídrico e a estabilidade de enzimas digestivas que convertem os alimentos em moléculas absorvíveis, melhorando sua biodisponibilidade por sua solubilidade ou miscibilidade com o meio aquoso, propiciando ambiente adequado para a digestão dos alimentos e sua quebra em estruturas menores para melhor absorção (RIBAS FILHO; ALMEIDA, 2018).

Para Roberto (2018) é importante a execução das análises físico-químicas e microbiológicas para verificação da qualidade das águas destinadas ao consumo humano de forma direta ou indireta, a fim de comprovar a ausência ou presença de microrganismos ou substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde dos consumidores.

## **2.4. Parâmetros importantes da qualidade da água para consumo humano**

### **2.4.1. Parâmetros Físico-Químicos**

#### *2.4.1.1. Alcalinidade*

É a análise que determina a capacidade de um meio neutralizar a ação de ácidos introduzidos. O termo total significa que estão sendo considerados a concentração das espécies capazes de alcalinizar a amostra: as hidroxilas [OH<sup>-</sup>]; os carbonatos [CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>] e os bicarbonatos [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], cujo resultado é expresso em termos de miligrama de carbonato de Cálcio por litro (mg de CaCO<sub>3</sub>/L) (FUNASA, 2014).

#### *2.4.1.2. Cor*

É uma característica organoléptica ou sensorial. De acordo com SKOOG et al. (2006) é um fenômeno de natureza físico-química resultante da

interação da radiação eletromagnética com a matéria. Em corpos de água, a presença de substâncias de origem orgânica ou inorgânica, taninos, metais, como ferro e manganês, ao interagirem com a luz resultam em coloração, mas não necessariamente turvando-a.

Embora não apresente risco a saúde, a água de cor elevada provoca a sua rejeição por parte do consumidor e o leva a procurar outras fontes de suprimento, muitas vezes inseguras (FUNASA, 2013). A Portaria de Consolidação Nº 05/2017 estabelece, para cor aparente, o valor máximo de 15 uH (unidade Hazen = 01 mg PI-Co/L).

#### 2.4.1.3. Condutividade elétrica

Indica a capacidade da água permitir que transite através dela uma corrente elétrica, devido às substâncias dissociadas em ânions e cátions. A condutividade é diretamente proporcional à concentração destes íons. A unidade na qual se expressa o valor deste parâmetro é a unidade de resistência (ohms,  $\Omega$ , ou Siemens, S, - sendo recomendado o microsiemens,  $\mu\text{S}$  - por unidade de comprimento (cm ou m). De forma concisa,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (FUNASA, 2014).

#### 2.4.1.4. Dureza Total

É uma característica da água e é determinada pela soma dos valores das concentrações de íons de cálcio [ $\text{Ca}^{2+}$ ] e magnésio [ $\text{Mg}^{2+}$ ], expressos em termos de miligramas de carbonato de cálcio por Litro (mg/L  $\text{CaCO}_3$ ). Os altos valores tornam, de fato, a água inadequada para determinados fins, com ênfase nos que façam uso de tubulações, onde acumulam-se e obstruem, e com de sabões, ocasionando o aumento do consumo deste, no caso de higienização (FUNASA, 2013). Para água potável, A Portaria de consolidação Nº 05/2017 estabelece o valor de 500 mg/L.

#### 2.4.1.5. Ferro

Mesmo não sendo constatado inconvenientes à saúde por parte deste parâmetro, em concentrações relativamente elevadas geram alterações organolépticas, cor e sabor, o que leva a rejeição por parte da população. Noutras

aplicações, causam manchas e provocam interferências em equipamentos de usos industriais e domésticos (FUNASA, 2014).

É comum de águas subterrâneas apresentarem valores elevados devido à ausência de oxigênio. Em condições de anaerobiose, o ferro encontra-se solubilizado na forma  $\text{Fe}^{2+}$ , muito solúvel, o que o dissemina por todo o corpo de água conferindo a coloração, sendo esta condição alterada por exposição ao oxigênio que oxida o  $\text{Fe}^{2+}$  à  $\text{Fe}^{3+}$ , que pode ser removido por precipitação, reduzindo consideravelmente a coloração do corpo d'água (FUNASA, 2014).

O valor deste parâmetro para água potável é de 0,3 mg/L de acordo com a Portaria Nº 05/2017 e CONAMA 356/2008 (2008).

#### 2.4.1.6. pH

O termo pH representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução. No tratamento de água é um fator que influencia nos processos nas fases de coagulação e floculação. É representado numa escala de 0 a 14, sendo o valor abaixo de 7 considerado um meio ácido e acima de 7 alcalino. Água com pH 7 é considerada neutra. O valor recomendado da água para consumo humano varia entre 6,0 a 9,5 (FUNASA, 2013).

#### 2.4.1.7. Salinidade

A análise de salinidade determina a concentração total de íons dissolvidos na água, sendo o valor deste parâmetro atribuído, principalmente, as concentrações dos íons: Sódio [ $\text{Na}^+$ ]; Cloreto [ $\text{Cl}^-$ ]; Potássio [ $\text{K}^+$ ]; Cálcio [ $\text{Ca}^{2+}$ ]; Magnésio [ $\text{Mg}^{2+}$ ]; Sulfatos [ $\text{SO}_4^{2-}$ ]; e o Bicarbonato [ $\text{HCO}_3^-$ ]. Seu valor é determinado pela relação dos parâmetros pH, condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), sólidos totais dissolvidos (mg/L) e alcalinidade por bicarbonato (mg/L) e cloretos (mg/L) (MAIA et al., 2017).

Os resultados para a análise de salinidade são expressos em PSU, *Practical Salinity Unit*. Os valores para classificação das águas por este sistema são: água doce (0 – 0,5); mesohalina ou média (5,0 – 18,0); euhalina ou salina (>30) (VALENTIM, 2017). Havendo outros valores e classificações intermediários a estes, porém não utilizados habitualmente.

#### 2.4.1.8. Sólidos Totais Dissolvidos

Refere-se a parte dos sólidos presentes na água que se encontra dissolvidos, e são constituídos por partículas de diâmetro inferior a 10 – 7  $\mu\text{m}$  e que permanecem em solução mesmo após filtração. Provindos de processos erosivos, decomposição de matéria orgânica e lançamentos de efluentes. Seu limite para padrão de potabilidade é de 1000 mg/L, segundo a Portaria da Consolidação de Nº 05/2017.

#### 2.4.1.9. Turbidez

De acordo com SKOOG et al. (2006) é o espalhamento da luz devido a presença de matéria sólida suspensa no corpo d'água. O que para Gauto e Rosa (2013), reduz sua transparência, mas não necessariamente provoca coloração. Substâncias como Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e areia ( $\text{SiO}_2$ ) são algumas das substâncias de natureza inorgânica. Além destes, algas, plânctons e materiais orgânicos influenciam na turbidez.

Quanto à saúde, geralmente, este não é considerado fator de risco, mas sim de rejeição, assim como a coloração. Embora possa ser prejudicial de forma direta ou indireta, já que é relativo à matéria em suspensão que esteja espalhando a luz. Pode ainda comprometer a eficiência de métodos de tratamento, por reduzir o poder de agentes desinfetantes, protegendo os microrganismos, segundo Brasil (2013).

#### 2.4.1.10. Temperatura

A temperatura expressa a energia cinética das moléculas, sendo que, havendo um gradiente (variação), este será responsável pela transferência de calor. Tanto fenômenos naturais como irradiação solar, quanto ação antrópica podem alterar os valores deste parâmetro. Tem influência nas reações químicas, dissolução de gases, atividades metabólicas dos organismos e capacidade de solvatação de substâncias presente no corpo aquático. No Brasil, os valores mais comuns para águas subterrâneas são de 20  $^{\circ}\text{C}$  – 30  $^{\circ}\text{C}$  (FUNASA, 2014).

Considera-se a temperatura no ato das análises, visto sua influência em alguns parâmetros. Já a temperatura verificada no primeiro ponto de captação é usada para caracterizar seu estado *in natura*, se fresca ou não de acordo com Vidya et al. (2018). Influência em quesitos como solubilidade de sais e o favorecimento microbiológico junto ao pH ideal para espécie de acordo com Brasil (2014).

## 2.4.2. Parâmetros Bacteriológicos

### 2.4.2.1. Coliformes totais

A escolha deste grupo de bactérias como parâmetro de qualidade se dá por alguns fatores: estarem presentes em fezes de animais de sangue quente, inclusive humana; possuir relação direta com o grau de contaminação fecal; relativamente fáceis e economicamente viáveis de serem detectadas; por sua menor exigência nutricional, comparada a outros grupos; possui maior tempo de vida na água; incapazes de se multiplicarem em ambientes aquáticos ou se multiplicarem menos que as bactérias entéricas e são mais resistentes à ação de diversos agentes desinfetantes, o que implica que sua ausência aumenta as chances de outras menos resistentes não estarem presentes (FUNASA, 2013).

### 2.4.2.2. Escherichia coli

É uma bactéria pertencente ao grupo coliforme. É a principal representante do grupo de coliformes termotolerantes. Sua temperatura de crescimento está entre 8 °C e 48 °C, sendo a temperatura ótima de 39 °C, e sua faixa de pH de 6,0 a 8,0 (ALVES, 2012).

Sua natureza ubíqua (disseminada) pouco provável, a torna um indicador mais específico de contaminação fecal, tanto de águas tratadas quanto naturais. Esta fermenta lactose e manitol com produção de gás a 44,5°C +/- 0,2 °C em 24 h, produz indol (C<sub>8</sub>H<sub>7</sub>N – composto aromático) a partir do triptofano, oxidase negativa, não hidrolisa ureia e apresenta atividade das enzimas β-galactosidase e β-glucuronidase (FUNASA, 2014).

Existem quatro classes de *E. coli* causadoras de infecções intestinais, são elas: *E. coli* enteropatogénica (EPEC) (associada à diarreias em recém-nascidos); *E. coli* enterotoxigénica (ETEC) (provoca doença conhecida como a diarreia do viajante); *E. coli* enterohemorrágica (EHEC) (diarreias sanguinolentas) e *E. coli* enteroinvasiva (EIEC) (causa, além de fezes com mucosas e sanguinolentas, febre, dores de cabeça, arrepios, cólicas abdominais) (ALVES, 2012).

## 2.5. Caracterização da Área de Estudo

Localizado no estado da Paraíba, entre a Região Metropolitana de Patos e a região Metropolitana de Campina Grande, a cidade de Junco do Seridó, 6° 59' 32,3" S e 36°42'51,3" W, possui vasta riqueza natural: mineral e hídrica. Sua riqueza natural, com destaque para as águas subterrâneas próxima à zona urbana, a destaca das cidades circunvizinhas. Analogamente às demais regiões do país, a indústria, agricultura, pecuária e o consumo humano são amplamente beneficiados por esta riqueza.

### 2.5.1. Localização dos poços

#### 2.5.1.1. Poço A

Localizado em um sítio, aproximadamente 2,5 Km da zona urbana, às margens da estrada que liga a cidade de Junco do Seridó ao seu Distrito de Bom Jesus. Não havendo residências, banheiros, instalações industriais, nem instalações para criação de animais num raio de aproximadamente 80m. Captação diária e intermitente.

#### 2.5.1.2. Poço B

Localizado na zona urbana. Existindo residências em um raio de aproximadamente 20m. Estando a aproximadamente a 160m do lançamento da rede coletora de esgoto do município. Este é um dos principais responsáveis pelo abastecimento em períodos de estiagem severa. Captação diária e intermitente.

#### 2.5.1.3. Poço C

Localizado na zona rural, aproximadamente 10 Km da zona urbana, às margens da estrada que liga o município de Junco do Seridó ao seu Distrito de Bom Jesus. Havendo residências, banheiros, instalações industriais e de criação de animais em um raio de 50m. captação diária e intermitente.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Determinação dos pontos de coleta**

Procedeu-se uma consulta ao banco de dados cadastrais da secretaria municipal de saúde do município de Junco do Seridó, setor de vigilância sanitária, para identificação dos pontos de distribuição de água. Buscou-se localizar os pontos de distribuição cujas águas tinham origem em poços localizados no município em estudo e com maior demanda. Foram selecionados os poços os quais as águas eram mais procuradas pela população para consumo humano. Desconsiderando os poços cujas águas eram majoritariamente direcionadas para outros fins, sejam eles: lavra de minério, irrigação, limpeza de veículos e de ambientes, entre outros.

Adotando a impessoalidade, para identificação, denominou-se por A, B e C os poços elencados como mais relevantes para o objetivo deste estudo.

#### **3.2. Coleta da amostra**

Os recipientes foram fornecidos pelo Laboratório de Referências em Tecnologias de Águas, LARTECA, da Universidade Estadual da Paraíba. As coletas foram realizadas de maneira a obter amostras mais fidedignas possíveis das condições reais das águas disponibilizadas imediatamente após extração dos poços.

As coletas foram realizadas em um único dia, entre às 9h e 12h, devido a distância entre poços, sob a temperatura ambiente de 27 °C. Acondicionadas em caixa de material com propriedade de isolamento térmico (isopor), forradas com placas de gelo, suficientes para manter refrigeradas as amostras até a chegada no laboratório.

Quanto a assepsia, foram utilizados um par luvas de látex para cada coleta, borrifadas com álcool 70 %, antes da manipulação dos frascos. Na extremidade de cada tubulações onde sairia a água, antes da coleta, fora borrifado álcool 70%, para descontaminação. Em seguida, ligou-se a bomba d'água, esperou-se 2 minutos de jato de água, contínuo e ininterrupto, e procedeu-se a coleta da amostra deste jato intermediário. Seguindo as instruções de coleta, acondicionamento e transporte de amostras de água da Agência Nacional de vigilância Sanitária, 2019.

Após cada coletas e antes da refrigeração, fora realizada a verificação das temperaturas das amostras com termômetro digital.



### 3.3. Análises físico-químicas das amostras

As análises físico-químicas das amostras de águas dos poços subterrâneos A, B e C foram realizadas no Laboratório de Referência em Tecnologia de Águas, LARTECA, da Universidade Estadual da Paraíba, *Campus I*, Campina Grande, PB.

O Quadro 1 apresenta os parâmetros das análises físico-químicas analisados, bem como seus respectivos instrumentos.

Quadro 1: Parâmetros físico-químicos e equipamentos utilizados

Parâmetros físico-químicos	Equipamentos
Ph	MODELO K39-0014PA da marca KASVI
Turbidez	Turbidímetro modelo AP200 da marca PoliControl
Temperatura	Termômetro Digital Infravermelho-Stanley-STH77365
Cor	Medidor multiparâmetro HI9829 da marca HANNA
Condutividade	
Salinidade	
Alcalinidade	
Dureza	
Sólidos totais dissolvidos	
Ferro	

Fonte: Próprio autor, 2020.

Para realização das análises físico-químicas seguiu-se a metodologia analítica preconizada do Standart Methods for Examination of Water and Wastewater, 1998.

### 3.4. Análises bacteriológicas das amostras

Quanto aos parâmetros microbiológicos foram analisados os Coliformes totais e *Escherichia coli*, apenas o teste de presença/ausência, pelo método do substrato cromogênico descrito na 4ª edição do Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde, 2013.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análises físico-químicas das amostras

Os resultados obtidos foram apresentados no Quadro 2, onde os dados foram verificados em conformidade com as referências da Portaria de Consolidação Nº 05 de Setembro de 2017 (BRASIL, 2017) e da Resolução Nº 396 de 03 de abril de 2008 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2008).

QUADRO 2: valores de referência e valores obtidos nas análises

PARÂMETROS	POÇOS			Portaria Nº 05/2017	CONAMA 356/2008
	A	B	C		
Alcalinidade <sup>1</sup> (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	8	50	6	---	---
Cor (uH)	12,5	130,0	23,6	15	---
Condutividade elétrica <sup>2</sup> (µS/cm)	300	1167	350	---	---
Dureza total (mg/L)	18	210	22	500	---
Ferro (mg/L)	0,21	4,47	0,93	0.3	0.3
pH	< 5,0	5,1	< 5,0	6,0 a 9,5	---
Salinidade <sup>3</sup> (PSU)	0,14	0,58	0,17	---	---
Sólidos dissolvidos totais (STD) mg/L	146	583	175	1000	1000
Turbidez (uT)	0,16	33,80	1,72	5	5
Temperatura (°C)	21,3	23,6	24,1	----	----
Coliformes totais	Presença	Presença	Presença	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Próprio autor, 2020.

O parâmetro alcalinidade não se encontra nos dispositivos legais vigentes. No entanto, adota-se a orientação da Organização Mundial da Saúde, OMS, que preconiza uma faixa de valores de 30 a 500 mg/L para este parâmetro. Os resultados para as amostras A (8 mg/L) e C (6 mg/L) apresentaram-se abaixo da faixa de referência (30 a 500 mg/L), caracterizando-as como águas de baixa alcalinidade. O valor de alcalinidade obtido na amostra B (50 mg/L) está enquadrado no intervalo de alcalinidade da maioria das águas naturais (30 e 500 mg/L) e indica normalidade nos

<sup>1</sup> Orientação da Organização Mundial da Saúde.

<sup>2</sup> Fundação Nacional de Saúde, 2014.

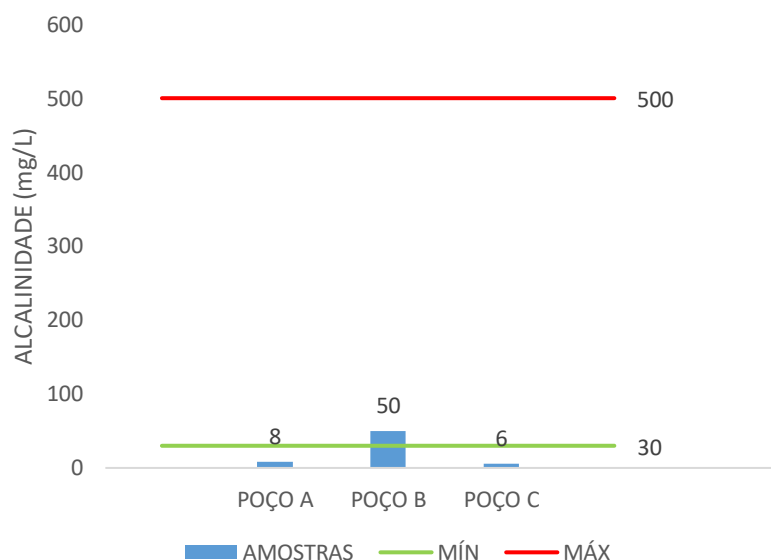
<sup>3</sup> Salinidade em PSU: Com base na classificação de salinidade de água pelo *Venice System* (1958)

processos de decomposição da matéria orgânica, assim como na taxa de respiração dos microrganismos (FUNASA, 2014).

A Figura 3 apresenta os resultados das análises para o parâmetro alcalinidade. Crispim et al. (2017) estudaram 03 poços artesianos na região de Pombal, no alto sertão da Paraíba e foi verificada uma alcalinidade que variou entre 392 mg/L a 432 mg/L, valores bem mais altos que os encontrados neste trabalho. Naquela região estudada por Crispim et al. (2017) apresentaram-se mais alcalinas.

Para Coelho (2015), Em águas naturais, normalmente, a alcalinidade é identificada sob a forma de alcalinidade de bicarbonatos,  $HCO_3^-$ , (pH 4,4 a 8,3) e/ou de carbonados,  $CO_3^{2-}$ , (pH até 9,4).

Figura 3: Parâmetro de alcalinidade das amostras.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Para o parâmetro cor, a legislação preconiza até 15 uH. Apenas a amostra do poço A (12uH) encontrou-se em concordância com Portaria Nº 05/2017 e a CONAMA (2008) não dispunha de valor referencial. Já as amostras dos Poços B (130uH) e C (23,6uH) apresentaram valor acima do máximo preconizado (15uH) e deveriam passar por tratamento para redução de coloração para melhor aceitação pelos consumidores. De acordo com a literatura, a amostra do poço A seria facilmente aceita pelos consumidores, com base apenas neste parâmetro, pois se caracteriza bem mais transparente que as demais.

No estudo de Crispim et al. (2017), a cor variou entre 2 uH e 21 uH. Gomes (2017), estudou a água de um poço na região da Borborema e o valor encontrado foi de 5 uH. No parâmetro cor, esta comparação mostra que tanto as amostras estudadas dos poços do Sertão, do Seridó e da Borborema paraibanos, as águas em questão apresentaram-se a com baixa coloração, de uma forma geral.

A Figura 4 apresenta a visualização das águas *in natura* dos poços A, B e C abordadas neste trabalho.

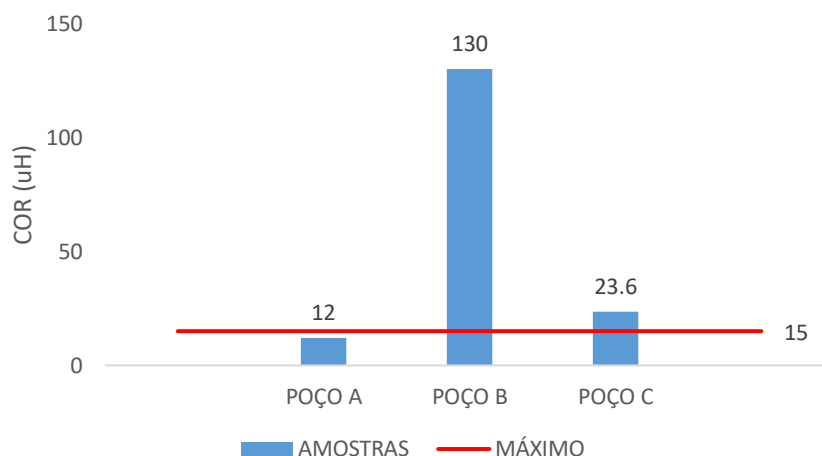
Figura 4: Amostras das águas dos poços A, B e C após coleta.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Na Figura 5 são apresentados os resultados de suas análises para o parâmetro cor, onde pode ser verificado claramente a distorção das amostras B e C.

Figura 5: Resultados das análises para o parâmetro cor.



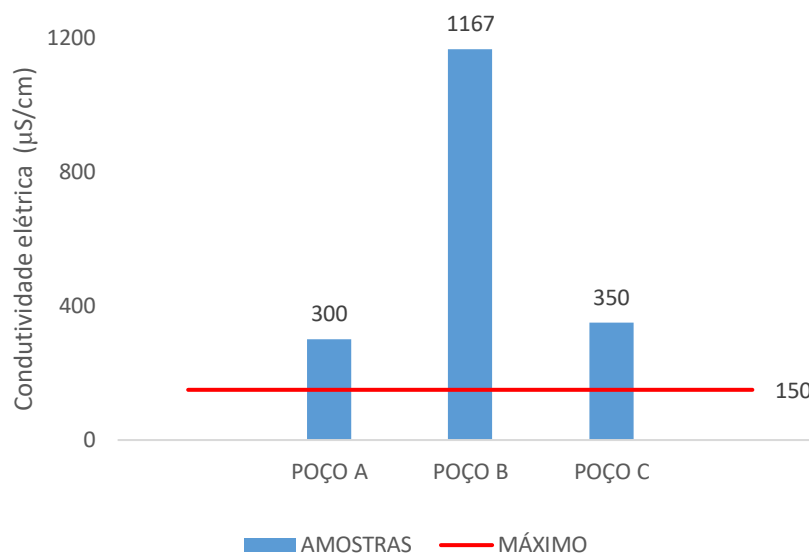
Fonte: Próprio autor, 2020.

Para FUNASA (2014), a condutividade elétrica para águas naturais, espera-se valor entre 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . E águas contaminadas por efluentes domésticos e industriais até 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Para condutividade elétrica não foi encontrado valores de referência na legislação – Portaria Nº 05/2017 ou CONAMA 356/2008 2008.

Os valores obtidos para as amostras dos poços A (300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), B (1167  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e C (350  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), apresentaram-se, expressivamente, acima do valor máximo de referência (100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), portanto, estão em desacordo com a referência. Na Figura 6 são apresentados os valores obtidos das amostras neste parâmetro de condutividade elétrica.

No entanto, de acordo com o estudo de Prado Filho (2019), valores acima de 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comprometem a potabilidade e a capacidade para consumo humano.

Figura 6: Resultados das análises para o parâmetro Condutividade Elétrica.



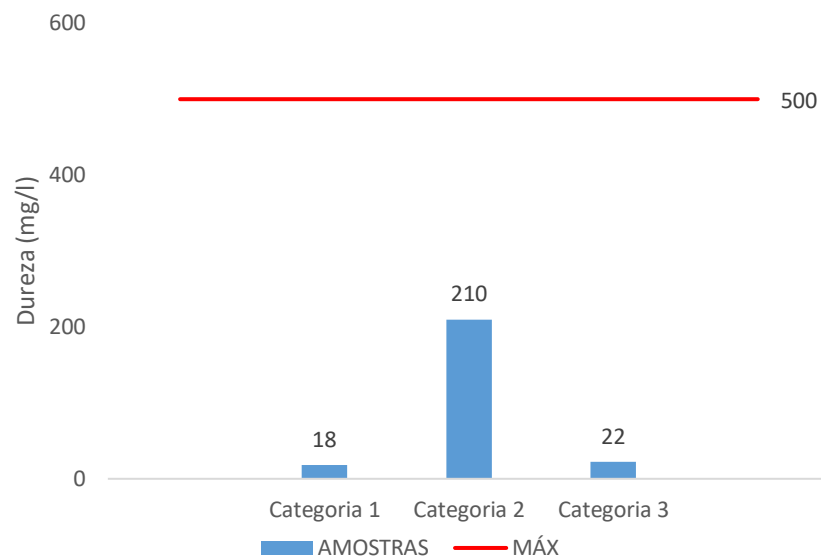
Fonte: Próprio autor, 2020.

Os valores obtidos para a dureza das amostras dos poços A (18 mg/L), B (210 mg/L) e C (22 mg/L) estão, consideravelmente, abaixo do valor máximo de referência (até 500 mg/L), portanto em concordância com a Portaria N° 05/2017. Sendo um ponto positivo para tais águas, caracterizando-as como pouco propensas a causarem danos em tubulações e baixa interação com agentes de higienização, como o sabão e detergentes.

No estudo de Crispim (2017), seus resultados variaram entre 271 mg/L a 423 mg/L. Gomes (2017) obteve o valor de 284 mg/L. Neste parâmetro, as águas estudadas na região do Seridó apresentaram valores abaixo dos encontrados nesses estudos, indicando menores concentrações dos íons  $\text{Ca}^{++}$  e  $\text{Mg}^{++}$  (FUNASA, 2014).

A Figura 7 apresenta os resultados das análises para o parâmetro dureza.

Figura 7: Resultados das análises para o parâmetro dureza.



Fonte: Próprio autor, 2020.

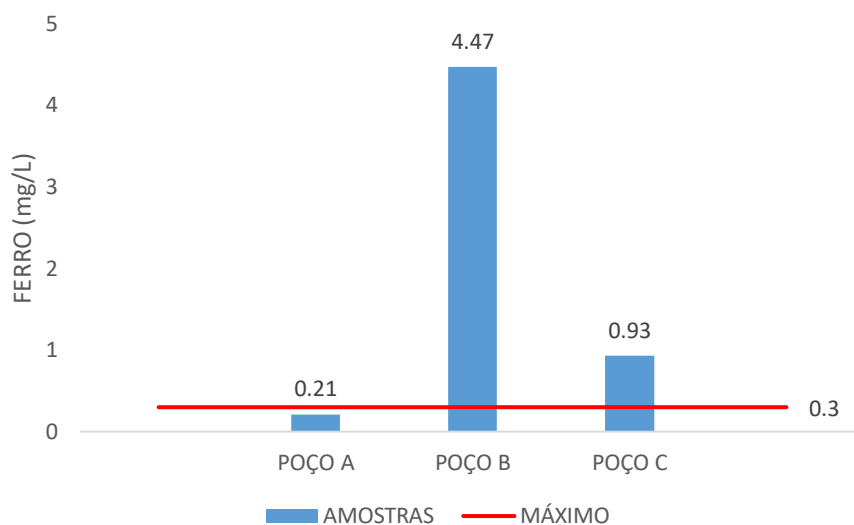
Para o parâmetro ferro, apenas a amostra do Poço A (0,21 mg/L) encontra-se de acordo com o valor de referência da CONAMA 356/2008 (2008) e Portaria N° 05/2017 que é de até 0,3 mg/L. As amostras dos Poços B (4,47 mg/L) e C (0,93 mg/L) apresentam valores elevados que podem ser responsáveis pela coloração e, por consequência, resultar em resistência ao consumo dessa água para fins de consumo humano.

Barco (2017) analisou 09 amostras de água coletadas em diferentes locais da região nordeste do Paraná, PR, e os valores obtidos variaram entre 0,0011 e 0,0361 mg/L, indicando baixa concentração de ferro naquela região do país.

Facco (2018) também encontrou grande variação nas concentrações. Analisando águas subterrâneas no município de Chapeco, RS, encontrou valores para o ferro que variaram de 0,004 a 1,92 mg/L.

A Figura 8 apresenta os resultados das análises para o parâmetro Ferro.

Figura 8: Resultados das análises para o parâmetro Ferro.



Fonte: Próprio autor, 2020.

O pH das amostras dos Poços A e C encontram-se abaixo do pH 5,0, provavelmente devido as características geoquímicas do solo. A amostra do Poço C apresentou pH 5,1. Todas as amostras apresentaram pH abaixo do valor mínimo de referência (pH 6,0) com base no critério de potabilidade estabelecido pela Portaria Nº 05/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), que estabelece os índices ideais de pH entre 6,0 e 9,5. Nos resultados apresentados fica evidente que os limites mínimos estabelecidos estão fora, conseqüentemente as amostras estão acidificadas, sendo necessário prosseguir uma correção de pH.

Nos estudos de Crispim (2017), na região do alto sertão, os resultados variaram de pH 7,12 (mínima) a 8,69 (máxima), apresentando menor variação comparada as águas estudadas no Seridó e mais próximas do máximo preconizado pela legislação (pH 9,0), contudo, adequadas à norma regulamentadora, Portaria Nº 05/2017.

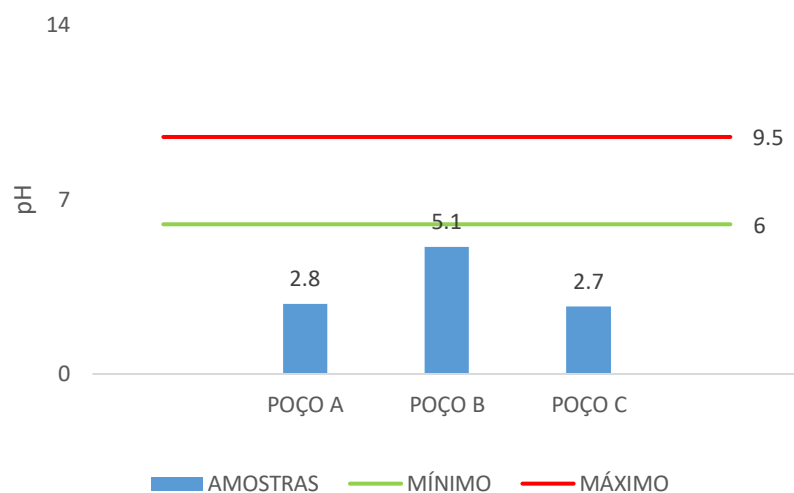
Em comparação a água estudada por Gomes (2017), na região da Borborema, foi encontrado o pH 7,18. Dentro da faixa preconizada pela Portaria Nº 05/2017.

Em suma, as amostras estudadas no Seridó, apresentaram caráter ácido, enquanto as amostras estudadas no alto Sertão apresentaram caráter alcalino.

A Figura 9 apresenta os resultados das análises para o parâmetro pH.



Figura 9: Resultados das análises para o parâmetro pH.



Fonte: Próprio autor, 2020.

A salinidade das amostras dos poços A (0,14 PSU) e C (0,17 PSU) encontraram-se dentro da faixa que as enquadra como água doce (0,0 a 0,5 PSU), de acordo com Valentim (2017), que classifica as águas em seu estudo como doce 0 a 0,5, média 5,0 a 18,0 e salina > 30,0, com base no Venice system (1958). O valor obtido para a amostra do Poço B (0,58 PSU), embora sutilmente elevado, encontra-se entre os valores da água doce e média (0,5 a 0,18 PSU).

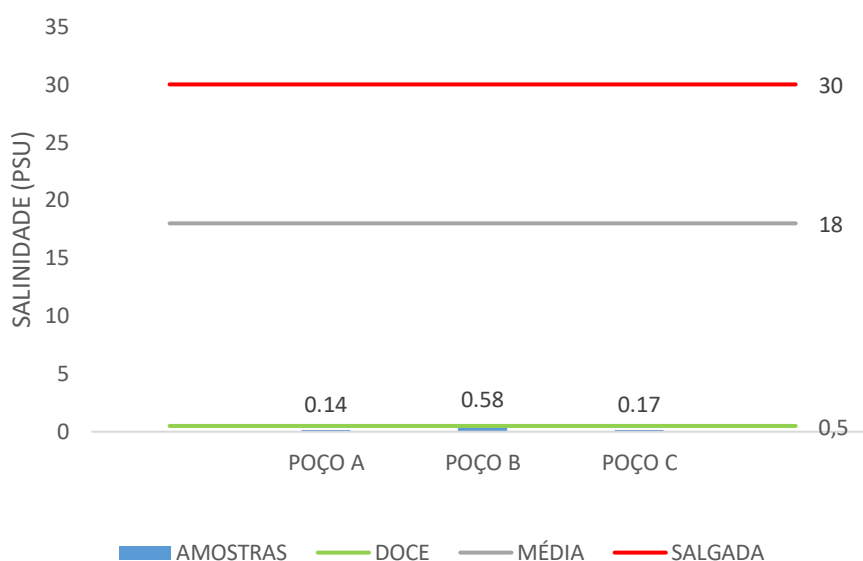
Monteiro (2018), encontrou médias de 0,10 e 0,12 PSU para dois poços do tipo cacimba estudados na região da cidade de Areia, no brejo paraibano. Tais valores classificaram aquelas águas como doce.

Barros (2015), estudando águas, encontrou valores entre 0,01 a 0,03 e alegou que, para consumo humano, a salinidade altera o sabor da água. Observou a correlação entre a salinidade e a condutividade elétrica e registrou que em períodos de chuvas os valores encontrados para salinidade são menores, fenômeno que atribuiu pelo efeito da diluição pelas águas das chuvas.

No estudo de Miranda (2017) foram encontrados valores entre 0,01 e 0,08. Em seu estudo, ainda correlacionou a variação entre os períodos de seca e chuvosos, onde, para o parâmetro salinidade, as médias no período de estiagem (seca) apresentaram valores significativamente mais baixos comparado aos períodos chuvosos. Reforçando que a mesma água e fonte podem apresentar salinidade diferentes em análises diferentes a depender das estações de seca ou de chuva.

A Figura 10 apresenta os resultados do parâmetro salinidade das amostras.

Figura 10: Resultados do parâmetro salinidade das amostras.



Fonte: Próprio autor, 2020.

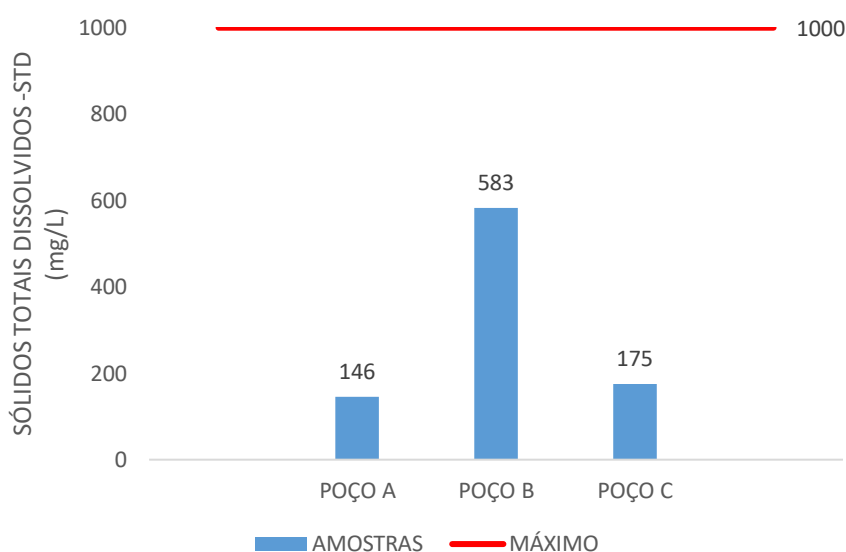
Os valores para Sólidos Totais Dissolvidos (STD) para as amostras A (146 mg/L), B (583 mg/L) e C (175 mg/L) se apresentaram significativamente abaixo do valor máximo de referência (até 1000 mg/L), classificando-as como adequadas para consumo humano quanto a este parâmetro.

No estudo de Crispim (2017), os valores encontrados para STD variaram de 568,1 mg/L (mínimo) e 705 mg/L (máximo), se assemelhando ao do poço B (583 mg/L) da região do Seridó e muitos acima dos poços A (146 mg/L) e B (175 mg/L), também do Seridó.

Rêgo (2018) estudou 06 poços na região da Borborema, encontrou valores elevados de STD para 05 destes poços, variando de 1107 mg/L a 1889 mg/L, apenas um dos poços apresentou valor abaixo do 1000 mg/L, sendo todas consideradas impróprias para consumo humano.

A Figura 11 apresenta os resultados para o parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos.

Figura 11: Resultados para o parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos.



Fonte: Próprio autor, 2020.

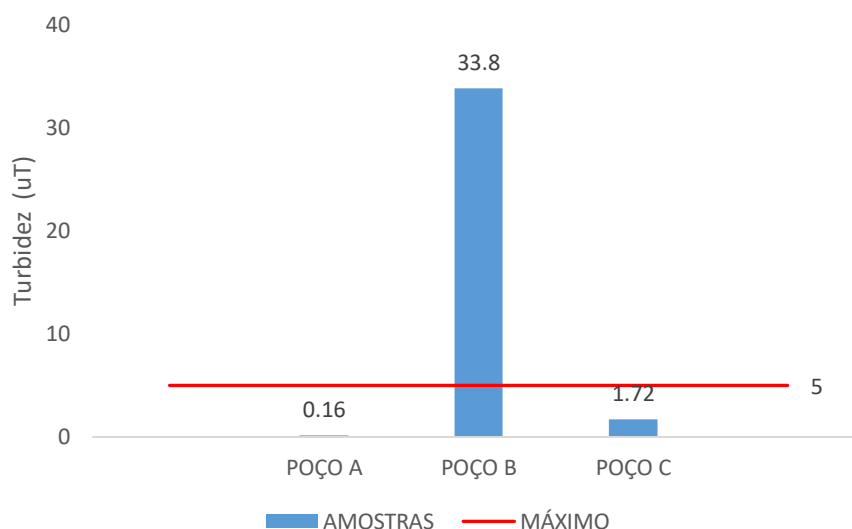
Na análise da turbidez, a amostra do poço A (0,16 uT) e C (1,72 uT) apresentaram-se abaixo do valor máximo de referência (5uT) e, portanto, em concordância com os valores de classificação para água potável (até 5 uT) preconizados pela Portaria N° 05/2017. Para a amostra do Poço B (33,8 uT), o valor obtido ficou significativamente acima do valor máximo referência (até 5 uT), indicando grande quantidade de matéria suspensa dispersando a luz, e, por consequência, em desacordo com a Portaria N° 05/2017 e CONAMA 356/2008.

A Figura 12 apresenta os valores encontrados para turbidez. Segundo a FUNASA (2014), esses sólidos dissolvidos podem ser introduzidos nos corpos d'água naturalmente (processos erosivos, organismos e detritos orgânicos) ou antropogênica (lançamentos de esgotos, por exemplo).

No estudo de Crispim et al. (2017), os valores encontrados das amostras na região do Sertão variaram com mínima de 0,13 e máxima de 0,8 uT. Em comparação com este trabalho, apenas o valor mínimo (0,13 uT) encontrado por Crispim et al. (2017) se assemelha com o resultado do poço A (0,16 uT) deste trabalho.

No estudo de Rêgo (2018), em 06 poços na região da Borborema, os valores variaram entre 0 e 4,63 uT, no entanto, demonstraram menor variação entre si, quando comparado a variação dos 3 poços estudados neste trabalho (0,16 a 33,8 uT).

Figura 12: Resultados das análises para o parâmetro Turbidez.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Quanto a temperatura, não há na Portaria Nº 05/2017 ou CONAMA 356/2008 (2018), nem nas orientações da OMS, valor referencial para este parâmetro. No entanto, de acordo com a literatura, as águas subterrâneas, comumente, são consideradas fontes de águas frescas (VIDYA et al., 2018). E, considerando que as amostras coletadas apresentavam temperatura média aproximada de 23°C, abaixo da temperatura ambiente, 27°C, no momento das coletas, desta forma, tais poços se enquadram na descrição de fonte de água fresca.

#### 4.2. Análises bacteriológicas das amostras

Para as análises bacteriológicas, o resultado foi positivo para a presença de Coliformes totais. A Figura 13 apresenta as amostras após o resultado e pode-se verificar a turvação e coloração da água pela presença de atividade de microrganismos. O método utilizado para análise deste parâmetro foi do tipo qualitativo, limitando-se na determinação de presença ou ausência, sendo insuficiente para caracterização final desta água com potável ou não.

Faz-se necessário análise complementar de determinação quantitativa deste parâmetro, afim de determinar a forma de tratamento mais adequada, assim como a suficiência ou não da aplicação do agente desinfetante mais comumente aplicado, o hipoclorito de sódio, sua concentração na aplicação, fator de diluição e tempo de manutenção da concentração nos reservatórios e pontos de distribuição destas águas.

Este método é fundamentado na alteração da aparência da amostra que, diferente da aparência incolor, apresenta-se turva, após 24h, pela atividade enzimáticas específicas dos coliformes. Em águas cloradas adiciona-se tiosulfato de sódio para evitar interferência do cloro no teste com o substrato cromogênico.

Figura 13: Aparência das amostras após turvação.



Fonte: Próprio autor, 2020.

Para o parâmetro bacteriológico *Escherichia coli* o resultado foi ausente. O método utilizado para *E. coli* é suficiente e demonstra que a amostra está em concordância com a Portaria N° 05/2017.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na Portaria Nº 05 de 2017 e na Resolução CONAMA nº 356 de 2008, as amostras indicaram que tais águas apresentaram-se impróprias para consumo humano em seu estado *in natura*, tornando-se necessário proceder as correções dos parâmetros em desacordo com a legislação.

Quanto aos parâmetros físico-químicos, considerando que as amostras são de água *in natura*, ou seja, isenta de qualquer forma mínima de tratamento, os resultados levam as águas das amostras do poço A e C a serem consideradas excelentes fontes de água para conversão em água potável, visto que os valores a serem corrigidos necessitariam de tecnologia simples e que não acarretariam em custos altos para obtenção de uma água completamente em conformidade com os valores de referência da Portaria Nº 05/2017 e da OMS para uma água de boa qualidade. Enquanto a água do poço C exigiria mais investimentos para convertê-la em água com características potáveis.

Para a análise bacteriológica coliformes totais, nas três amostras os resultados foram idênticos, estando em desconformidade com a legislação vigente. A presença de coliformes totais, não necessariamente implica em contaminação fecal, por sua ocorrência natural em águas, solos e plantas, porém, podem causar diarreias e dores. Enquanto para a *Escherichia coli*, as três amostras analisadas, apresentaram-se em concordância com a Portaria Nº 05/2017 e com CONAMA 356/2008.

Estes resultados expõem o porquê das águas daquela região, em especial, as do poço A e C serem procuradas pela população daquele município e de circunvizinhos: apresentam boa qualidade e, de uma forma geral, são de fácil conversão à potável.

Analisadas tais amostras, sugere-se, de início, a desinfecção, para correção do parâmetro coliforme totais, e um estudo sobre o pH, para verificar a real necessidade de sua correção. Proceder o monitoramento periódico das mesmas, o que permitirá a determinação das técnicas de tratamento que melhor convier de acordo com o uso final destas águas.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Ana Regina de Freitas. Doenças Alimentares de Origem Bacterianas. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa – Porto, Portugal.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (BRASIL). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, 2018: informe anual/ Agência Nacional das águas – Brasília: ANA, 2018.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional/ Agência Nacional de Águas – Brasília: ANA: Engecorps/Cobrape. 2010.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Laboratórios Analíticos: Guia nº 19, versão 1, de 06 de março de 2019.
- AUSTRÁLIA, G. D. BORE WELL. South Austrália, 2019. Disponível em: <https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/public+content/sa+health+internet/public+health/water+quality/bore+water>. Acesso em: 19 Setembro de 2019.
- BARCO, B. A. PAREDE. Estudo da Contaminação por Ferro de Águas Subterrâneas Provenientes da Região Noroeste do Estado do Paraná. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, PR.
- BARROS, A. TEIXEIRA. Caracterização Físico – Química e Biológica de Água e Solo das Margens do Rio Piancó, PB. 2015. TESE (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia. Campina Grande, PB, 2015.
- BRASIL. Fundação nacional de Saúde. Manual Prático de Análise de Água – 4ª Ed. Brasília: FUNASA, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade de água para técnicos que trabalham em ETAS/ Ministério da Saúde. – Brasília: FUNASA, 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017. Anexo XX. Diário Oficial da União. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade de água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 396, de 03 de Abril de 2008. Diário Oficial da União: Brasília/DF, Nº 66, de 07 de Abril de 2008.

CRISPIM, D. LIMA; OLIVEIRA, A. M. B. MENDES; CHAVES, A. D. C. GOMES; COELHO, L. F. DE OLIVEIRA; ANDRADE, O. DE. Análise Físico – Química das águas de três Poços Amazonas no centro da Cidade de Pombal – PB. Geografia, Ensino & Pesquisa. Vol 21. (2017), n 2, p 155 – 163. ISSN 2236-4994. DOI 10.5902/22364994224

FACCO, JANETE. Os usos e a qualidade das águas dos sistemas aquíferos integrados Guarani/Serra Geral – SAIG/SG no Município de Chapecó – SC / Janete FACCO. TESE (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2018.

FERRAZ, L. L.; DOURADO, A. A.; RODRIGUES, A.; & ROCHA, F. A. Análise da Presença de Metais Pesados na Água em Diferentes Reservatórios Subterrâneos no Município de Vitória da Conquista - BA. *Agrarian Academy, Centro de Científico conhecer*, 5, 1. 2018.

GAUTO, M; ROSA, G.. 2013. *Química Industrial*. Porto Alegre: bookmaan.

GOMES, FELYPE DIORGENES CORDEIRO. Avaliação das características físico-químicas de água de poço e cisterna. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB.

HIRATA; SUHOGUSOF; MARCELLINI & MARCELLINI. A Revolução Silenciosa das Águas Subterrâneas no Brasil. *Jorna da USP*, 2019A.

HIRATA; SUHOGUSOF; MARCELLINI & MARCELLINI. As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil. São Paulo. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, 2019B. doi 10.11 606/9788563124074.



MACÊDO, TATIANE DE LOURDES; REMPEL, CLAUDETE; MARCIEL, MONICA JACHETTI. Análise físico – química e microbiológica de água de poço artesiano em um município do Vale do taquari – RS. Santa Cruz do Sul, v. 22, n.1, p.58-65, jan. 2018.

MAIA, P. J. S.; SOUZA, M. P.; PAES, O. A. R. L.; FREITAS, A. F. Estudo da variação da salinidade de Águas Subterrâneas do Poço Amazonas (Canindé-Ceará) em função da pluviometria. Scientia Amazonia, v 6, n 3, p. 83 – 91, 2017.

MIRANDA, F. SILVA DE. Microrganismo e Parasitos em Águas destinadas ao Consumo Humano provenientes da Zona Rural de Santo Antônio de Jesus, Bahia. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, BA, 2017.

MONTEIRO, G. FREIRE. Análises Físico – Químicas das Águas de Poço Tipo Cacicimba na Cidade de Areia, PB .2018. Monografia (Graduação) – Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2018.

PRADO FILHO, H. R., A Qualidade das Águas Subterrâneas. 2019. Revista Digital AdNormas, 2019.

QUEIROZ, R. M., NETO, J. T., NETO, m. f., BEZERRA, J. U., ALVES, R. V., & FRANÇAS, K. B. Redução de Nitratos em Água de um Poço Artesiano da Cidade de Natal - RN por Sistema de Micro/Nanofiltração. 2018. Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management. Fev. 2018.

RÊGO, Rayssa de Lourdes Carvalho Marinho do. Análise de qualidade de água de poço no entorno de um açude urbano em campina Grande-PB. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia.

RIBAS FILHO, Durval; Almeida, Carlos Alberto Nogueira de. Potencial hidrogeniônico das águas e sua influência no organismo humano: um artigo de revisão. International Journal of Nutrology. 2018;11 (suppl S1): S16 - S23.

ROBERTO, Marilia Lima. Avaliação da qualidade da água bruta, tratada e distribuída de um estabelecimento produtor de alimentos. 2018. TCC (Bacharelado em Farmácia) – Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.

ROSA, F. TELES; MOREIRA, C. AUGUSTO; CARRARA, ALAN; SANTOS, S. FERNANDES DOS. Análise das Relações entre a Resistividade Elétrica, Condutividade Hidráulica e Parâmetros Físico – Químicos para o Aquífero Livre da Região de Corumbataí, SP. Águas Subterrâneas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP. v 31, n. 4, p 384 – 392, 2017.

SKOOG, WEST, HOLER & CROUGH; Fundamentos de Química Analítica, tradução da 8ª edição norte-americana, 8ª ed. Thomsom, 2006.

Standart Methods for Examination of Water and Wasterwater – 18ª edição – 1998.

TOMAZ FILHO, Antônio. A importância da água na comunidade Aldeia no município de Junco do Seridó – PB. 2019. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB.

VALENTIM, M. Machado. Relação da Salinidade e Turbidez nos Limites de um Estuário Amazônico. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade federal do Pará, Instituto de geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém.

VIDYA, KRISTINA, KUMBHAR & REJANDRA. Physico-Chemical Analysis of Bore Well Water Samples of Jath City, MS, India. International Journal of Life Science. 09 de january de 2018.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. Library Cataloguing-in-Publication Data Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. 2019. ISBN 978-92-4-154995-0.