

## Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas de povoados do município de Penaforte (Ceará)

Francisco das Chagas de Sousa<sup>1\*</sup>, Maria Lucicleide Dias Cunha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Química Orgânica, Docente do curso de Tecnologia em Alimentos do IF Sertão PE, campus Salgueiro. (\*Autor correspondente: sousafrancisco@rocketmail.com)

<sup>2</sup>Graduanda em Tecnologia em Alimentos. (valeria\_dias24@hotmail.com)

Histórico do Artigo: Submetido em: 08/12/2022 – Revisado em: 23/01/2023 – Aceito em: 03/03/2023

### RESUMO

Água é um recurso natural abundante no planeta. Porém a maior parte é inapropriada para consumo humano. Estima-se que 2,5 % de toda água do planeta é doce, e desse percentual 1,0% encontra-se em lagos, rios, lagoas, e subsolo, enquanto o restante está em geleiras. À medida que a população aumenta consequentemente aumenta demanda por água doce. As águas doces não são geograficamente bem distribuídas. Há regiões ricas em água, enquanto outras apresentam quantidades limitadas. Devido isso, muitos povoados não recebem água devidamente tratada e recorrem a águas subterrâneas para suprir suas necessidades. Esta pesquisa objetivou analisar águas de poços de cinco povoados do município de Penaforte - CE em relação às características físico-químicas e microbiológicas. As características físico-químicas analisadas foram: alcalinidade; dureza total; pH; amônia; nitritos e oxigênio dissolvido. As características microbiológicas foram: coliformes totais e coliformes termotolerantes. Para as análises foram utilizados kits de análises rápidas. Os resultados mostraram que todas as águas apresentaram características físico-químicas de acordo com padrões vigentes, porém as análises microbiológicas mostraram valores em desacordo com que preconiza a atual portaria do Ministério da Saúde.

**Palavras-Chaves:** Características físico-químicas; características microbiológicas; coliformes totais; recurso natural.

### Physicochemical and microbiological analysis of groundwater from villages in the municipality of Penaforte (Ceará)

### ABSTRACT

Water is an abundant natural resource on the planet. For the most part, it is unsuitable for human consumption. It is estimated that 2.5% of all water on the planet is twelve, and of this percentage 1.0% is found in lakes, rivers, lagoons, and subsoil, while the rest is in glaciers. As the population increases, consequently the demand for water increases twelve. The twelve waters are not geographically well distributed. There are regions rich in water, while others present limited quantities. Due to this, many people do not receive properly treated water and use underground water to meet their needs. This research aims to analyze well water from five villages in the municipality of Penaforte - CE in relation to their physical-chemical and microbiological characteristics. The physicochemical characteristics analyzed foram: alkalinity; total hardness; pH; amonia; nitrites and dissolved oxygen. As microbiological characteristics foram: total coliforms and thermotolerant coliforms. For the analysis we used rapid analysis kits. The results will show that all the waters will present physical-chemical characteristics in accordance with the current standards, therefore, the microbiological analyzes will show values in disagreement with the current guidelines of the Ministry of Health.

**Keywords:** Physicochemical characteristics; microbiological characteristics; total coliforms; natural resource.

Sousa, F. das C. de, Cunha, M. L. D. (2023). Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas de povoados do município de Penaforte (Ceará). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v.11, n.1, p.215-226.



## 1. Introdução

A água é uma das substâncias essenciais para a manutenção da vida, sendo necessária em todas as etapas do desenvolvimento humano (Alves, Ataíde e Silva, 2018), participando de todas as funções orgânicas como digestão, circulação sanguínea, respiração, excreção urinária, transpiração, entre outras (Santana *et al.*, 2022). É um recurso natural que existe em grande quantidade no planeta. Porém, segundo informações da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) de toda água existente no mundo 97,5% é salgada, não sendo adequada ao consumo humano direto e nem mesmo à irrigação de plantações. Ainda de acordo com a ANA os 2,5% restantes é de água doce, sendo que a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% compreendem águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios (ANA, 2022).

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (SGB) aproximadamente 12% da água doce do mundo está localizada no país, porém essa água não é distribuída de forma homogênea (SGB, 2022). De acordo com Matos (2019) a Região Nordeste concentra aproximadamente 30% da população do Brasil, e 20% de seu território, porém, de acordo com Santos e Mohr (2013), essa região conta com apenas 3,3% dos recursos hídricos. Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) a água subterrânea geralmente é a única fonte disponível para as comunidades (MDR, 2020). A demanda por água doce vem crescendo continuamente no mesmo ritmo do crescimento populacional, a saída para o abastecimento humano, industrial e de irrigação recai exatamente sobre as águas subterrâneas (Castro *et al.*, 2014), já bastante exauridas por conta da poluição.

Percebe-se que as águas subterrâneas vêm recebendo maior atenção no cenário social e político do Brasil em razão de sua importância no abastecimento público (Vargas *et al.*, 2022). Segundo o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (2021), as fontes de águas superficiais estão diminuindo devido o aquecimento do planeta, e em consequência, têm aumentado a exploração dos recursos hídricos subterrâneos, sendo que há uma estimativa que essa exploração aumente 30% até 2050 (ONU, 2021). Isso indica que as pessoas passarão a consumir ainda mais águas subterrâneas.

Dados da ANA (2010) apontam que do total de municípios brasileiros 47% são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, 39% por águas subterrâneas e 14% pelos dois tipos de água (ANA, 2010). Segundo Barros *et al.* (2021), é necessário entender que a perfuração de poços que não passam por critérios técnicos e estudo de localidade pode pôr em risco a qualidade das águas subterrâneas, já que pode gerar uma conexão de águas mais rasas (mais suscetíveis à contaminação) com águas mais profundas (Barros *et al.*, 2021), e também à saúde da própria população que consome essa água.

Segundo Souza *et al.* (2015) a qualidade da água, seja ela superficial ou subterrânea, sendo destinada ao consumo humano precisa apresentar determinados padrões de qualidade e de potabilidade, a fim de ter a certeza se suas características físicas, químicas e biológicas estão dentro de padrões recomendados. A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde estabelece critérios para a potabilidade da água (Brasil, 2021). Segundo a própria portaria água potável é aquela que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido, e por sua vez, padrão de potabilidade é um conjunto de valores permitidos para os parâmetros da qualidade da água para consumo humano. Nem todos os parâmetros abordados nesta pesquisa estão descritos na referida portaria, porém, são mencionados na Organização Mundial da Saúde.

Em concordância com a portaria vigente, a água adequada ao consumo humano de Sistemas de Abastecimentos de Água (SAA), Solução Alternativa Coletiva (SAC) e Solução Alternativa Individual (SAI) (este último sendo o foco do presente trabalho), deve estar livre de E. Coli e de bactérias do grupo dos coliformes totais em 100 ml de amostragem, além de seguir critérios físico-químicos de qualidade. Diante disso, e tomando como base as questões que envolvem saúde pública, o presente estudo teve como objetivo avaliar aspectos físico-químicos e microbiológicos da água de poços de propriedades em comunidades do município de Penaforte (Ceará).

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Local das análises

As análises físico-químicas das águas foram realizadas no laboratório de Físico-química da Unidade Acadêmica do Curso de Tecnologia em alimentos (UATA) do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Salgueiro. A determinação do oxigênio dissolvido foi realizada *in loco*, uma vez que o transporte das amostras, mesmo bem acondicionados, pode diminuir a concentração do oxigênio dissolvido nas amostras.

As análises microbiológicas foram dirigidas no laboratório de Microbiologia da mesma unidade acadêmica.

### 2.2 Coleta das amostras de água

As amostras de água foram coletadas de poços artesianos de cinco povoados diferentes (Ema, Juá, Mandacaru, Gentil e Lagoa Preta) com prévia autorização dos proprietários, do município de Penaforte no Estado do Ceará no mês de março de 2019. De cada povoado foi coletado uma amostra de água.

Todas as coletas foram realizadas pela manhã, entre 07 e 08 h. As temperaturas ambientes registradas no momento da coleta, no município de Penaforte, se encontraram nos dias das coletas entre 27 e 28°C, já a temperatura média das águas coletadas estava em 25°C. Para a coleta da água foi feita uma prévia assepsia das mãos e dos equipamentos com uso de álcool gel inclusive na saída da tubulação, e os primeiros jatos de água foram descartados.

Os frascos usados nas coletas eram de vidro com volume aproximado de 500 mL, com tampa metálica e revestidos com papel. Os frascos foram previamente higienizados e esterilizados em autoclave contendo 02 gotas de tiosulfato de sódio a 10% no interior de cada um. O líquido colhido ocupou aproximadamente  $\frac{3}{4}$  do seu volume, de acordo com Brasil (2014). Após a coleta os vasilhames foram armazenados em caixa de isopor com gelo e levados ao laboratório.

### 2.3 Análises físico-químicas

Todas as análises foram feitas em triplicatas. Para a determinação dos parâmetros físico-químicos: alcalinidade (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); dureza total (mg/L de  $\text{CaCO}_3$ ); pH; amônia (mg/L de  $\text{NH}_3$ ); nitritos (mg/L de  $\text{NO}_2$ ); oxigênio dissolvido (mg/L de  $\text{O}_2$ ) foi utilizado o kit da Alfakits®. Um de seus produtos é o kit básico customizado para análises físico-químicas da água.

Esse kit customizado possui metodologia própria, e apresenta uso constante na literatura científica: (Milani, Lara e Costa, 2022; Bortolini *et al.*, 2018; Froes e Rocha-Lima, 2020; Coyado *et al.*, 2019; Viegas *et al.*, 2019; Costa, 2019; Dias, 2020; Moreira, Aparecido e Lima, 2020; Silva, Silva e Botezelli, 2022; Sampaio *et al.*, 2022)

Para a análise dos resultados foi considerado as médias dos valores obtidos das triplicatas de cada parâmetro, juntamente com seus desvios padrão. Estes valores foram comparados a valores de referência da literatura e também da legislação vigente.

### 2.4 Figuras

Para análise dos parâmetros microbiológicos: coliformes totais (*Enterobacter Cloacae*) e termotolerantes (*E. Coli*), foi utilizada a técnica do substrato cromogênico enzimático Colilert. Este método se baseia na identificação dos microrganismos pela análise de suas enzimas constituintes (Brasil, 2014), produzidas pelos Coliformes, por meio da alteração de cor e pelo aparecimento de fluorescência sem

necessidade de testes confirmativos. Esse método é específico para microrganismos alvo, sendo rápido e eficaz (Silva *et al.*, 2017).

Inicialmente, realizou-se a assepsia da bancada em que ocorreram as análises com álcool a 70%, foi utilizado o reagente Colilert, bico de Bunsen, lâmpada ultravioleta com comprimento de onda de 265nm e estufa incubadora a 37°C. Foi retirada da alíquota de 100 mL de cada amostra e homogeneizada com uma ampola de Colilert, em um frasco estéril. Logo após foram as amostras foram colocadas na estufa a 37°C por 24 horas.

Segundo Martins e Resende (2020) "*A detecção de microrganismos pelo método Colilert é mais fácil e útil porque não há necessidade de se realizarem testes confirmatórios ou complementares, nem isolar culturas puras e o tempo de análise é menor, possibilitando a rápida correção de problemas antes que a água seja destinada ao consumo*". As análises microbiológicas foram apenas qualitativas, uma vez que a Portaria vigente do Ministério da Saúde preconiza que deve haver ausência desses microrganismos na água, por isso para este trabalho a quantidade não era a finalidade, mas apenas detectar a presença ou ausência.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Análises físico-químicas

Para facilitar a compreensão e as discussões, os povoados onde houve coleta: Ema, Juá, Mandacaru, Gentil e Lagoa Preta passam a ser denominados, respectivamente, pelas 5 letras iniciais do alfabeto; A, B, C, D e E. Na Tabela 1 encontram-se os valores para os parâmetros físico-químicos determinados.

**Tabela 1 - Valores das análises físico-químicas:**

Parâmetros físico-químicos	Localidades				
	A	B	C	D	E
Alcalinidade (mg/L)	288,67 ± 19,1	74,0 ± 2,0	224,0 ± 10,58	91,33 ± 4,16	182,67 ± 2,3
Dureza total (mg/L)	168,0 ± 8,0	116,0 ± 4,0	126,33 ± 6,1	200,0 ± 0,0	188,0 ± 4,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	10,3 ± 0,52	12,6 ± 0,92	9,9 ± 0,17	10,2 ± 0,2	9,93 ± 0,31
pH	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,0	8,0 ± 0,0
Amônia (mg/L)	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0
Nitritos (mg/L)	0,0 ± 0,0	0,025 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,025 ± 0,0	0,0 ± 0,0

Fonte: próprio autor.

A alcalinidade é um parâmetro do qual se pode estimar a capacidade tamponante de sistemas frente a mudanças de pH, principalmente sistemas com sais de ácidos fracos e bases fortes (Souto *et al.*, 2014). Segundo Santos (2016), é comum que as águas subterrâneas apresentem características alcalinas de bicarbonato, já que as espécies que mais contribuem para a alcalinidade em corpos d'água são os íons bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) (Souto *et al.*, 2014), que fazem parte da constituição de vários minérios.

É sabe-se que uma forma de se neutralizar íons  $H^+$ , que contribui para o aumento da acidez do meio, é pela reação dele com os íons:  $(HCO_3^-)$ ,  $(CO_3^{2-})$ ,  $(OH^-)$  (Kaminsk *et al.*, 2007). A determinação das concentrações desses íons permite saber a quantidade de floculantes que deve ser adicionado em estações de tratamento de água (Paim, 2013). O autor também menciona que por meio desses íons podemos ter informações sobre as características corrosivas e incrustantes da água. O valor máximo permitido da alcalinidade total em águas para consumo humano deve ser de 400 mg/L (Funasa, 2014).

No presente trabalho os valores de alcalinidade ficaram na faixa de 91 a 288 mg/L de  $CaCO_3$ , portanto dentro do que é recomendado pela OMS, que é menos de 400mg/L de  $CaCO_3$ . Porém os valores desse parâmetro diferenciaram-se muito entre si, com apenas ligeiras proximidades. Águas subterrâneas apresentam maior concentração de sais, do que águas superficiais (Barros *et al.*, 2021), o que de acordo com Hanna (2020) influenciará em valores maiores de alcalinidade, pois esse parâmetro está ligado ao maior contato das águas subterrâneas com partículas minerais que possuam os íons  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $OH^-$ .

A maior dureza das águas superficiais é influenciada pelo mesmo princípio da alcalinidade; a dissolução de minérios e rochas (Nolasco *et al.*, 2020), e, portanto, quanto maior o contato da água com o solo maior a concentração de íons cálcio, que se dissolvem por conta do  $CO_2$  presente na água (Barros *et al.*, 2021). Dessa forma é mais provável encontrarmos águas subterrâneas com dureza elevada. Esse parâmetro pode ser dividido em: Dureza temporária - provocada pelos íons de cálcio e magnésio que se combina com o bicarbonato e o carbonato, mas que pode ser eliminada por ebulição; Dureza permanente - relacionada a cloretos e sulfatos, e persiste mesmo com fervura; Dureza total - soma das duas (Brasil, 2013). As amostras de água também podem ser classificadas em relação à dureza como: em mole ou branda ( $< 50$  mg/L de  $CaCO_3$ ); moderada (entre 50 mg/L e 150 mg/L de  $CaCO_3$ ); dura (entre 150 mg/L e 300 mg/L de  $CaCO_3$ ); e muito dura ( $>300$  mg/L de  $CaCO_3$ ), e valores acima de 500mg/L, inviabilizam a potabilidade (Brasil, 2014). Uma forma de se dar a dureza de águas é pela concentração de íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  (Rosa, 2018), sendo que o parâmetro é dado em mg/L de  $CaCO_{3(aq)}$ .

Os valores encontrados para a dureza da água nas amostras analisadas ficaram entre 116 e 200 mg/L de  $CaCO_3$ . A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde estabelece um valor máximo permitido de 300 mg/L, sendo assim, os valores da presente pesquisa estão de acordo com a legislação vigente. Porém, segundo Agreste, Schor e Heiberg (2001) uma dureza da água em torno de 150 mg/L já pode ser indicada pela alteração no paladar. Ferreira *et al.* (2015) avaliando águas destinadas ao consumo humano de duas minas de uma cidade mineira encontrou valores entre 26 e 55 mg/L, abaixo dos valores desta pesquisa.

Já Mendes *et al.* (2013) analisando águas subterrâneas de uma localidade do município de Limoeiro do Norte (Ceará), encontraram valores entre 208 e 454 mg/L, acima da presente pesquisa, e também acima da atual portaria que cuida da potabilidade da água. Segundo Mario (2021) águas com concentração elevada de cálcio e magnésio afetam diretamente a saúde do consumidor, e promove o surgimento de doenças, como o cálculo renal.

A dissolução de Oxigênio Dissolvido (OD) em águas tem duas fontes: (i) diluição do oxigênio atmosférico, que se trata de processo lento; (ii) fotossíntese de vegetais aquáticos (Micheli *et al.*, 2022). Alguns fatores podem contribuir para a diminuição da taxa de oxigênio dissolvido em águas, como: presença de matéria orgânica, decomposição aeróbia, aumento da temperatura (Gazzola, 2003). De acordo com Corcovia e Celligoi (2012) a quantidade de oxigênio dissolvido é influenciado pela temperatura e também pela pressão atmosférica. Ambientes em que haja maior pressão atmosférica terão maior concentração de oxigênio, e ambientes em que a temperatura esteja mais elevada, levará a uma menor dissolução de oxigênio.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, as águas analisadas nesta pesquisa podem ser classificadas como classe II, portanto, em qualquer amostra dessa água não pode conter menos do que 5,0 mg/L de oxigênio dissolvido. Os valores encontrados nesta pesquisa para oxigênio dissolvido (OD) estão entre 9,90 e 12,6 mg/L de OD, portanto dentro do estabelecido pela legislação vigente.

Corc6via e Celligoi (2012) analisaram 6guas de 27 po7os na cidade de Ibiopor6 – PR, e encontraram valores para OD entre 5,3 e 18,6 mg/L. Valores tamb6m dentro do que 6 estabelecido pela legisla76o vigente.

O pH (Potencial Hidrogeni6nico) 6 um par6metro f6sico-qu6mico que indica a presen7a de 6ons hidr6nios ( $H_3O^+$ ) no meio (Skoog, Holler e Niemann, 2009). Esse par6metro indicar6 uma condi76o de acidez, neutralidade ou basicidade para a 6gua (SEDUC-CE, 2022), e conseqüentemente vai influenciar processos f6sicos, biol6gicos e bioqu6micos no meio. Conforme Gomes e Cavalcante (2017) o pH tem estreita rela76o com a quantidade de bicarbonato presente no meio em que est6 ocorrendo a an6lise, e tamb6m com a alcalinidade do ambiente. Ainda de acordo com os autores, pH 6 essencialmente uma fun76o do g6s carb6nico dissolvido ( $CO_2$ ) e dos 6cidos org6nicos dispon6veis nos solos que aumentam a acidez das 6guas subterr6neas.

As amostras de 6gua do po7o “D” apresentaram valores de pH de 7,5. J6 todas as outras amostras apresentaram valor de pH igual a 8,0. A Portaria GM/MS n6 888 preconiza um valor de pH para a potabilidade da 6gua entre 6,0 e 9,0. Dessa as 6guas dos cinco po7os analisados nesta pesquisa se encontram de acordo com a legisla76o vigente. Reginato et al. (2021) analisando 6guas de um aqüifero no Rio Grande do Sul sob a influ6ncia de precipita76es encontraram valores de pH entre 6,00 e 6,81. Quaggio et al. (2018) analisando 6guas do aqüifero Serra Geral em diferentes estados, obtiveram valores de pH menor que 6,0 para todas as amostras coletadas em Mato Grosso. J6 em 6guas de outros estados encontraram valores tanto abaixo de 6,0 quanto acima de 9,0.

A Portaria GM/MS n6 888 preconiza um valor m6ximo permitido de 1,2 mg/L de am6nia. A presen7a de concentra76es de am6nia acima do permitido pode indicar polui76o recente (Neira *et al.*, 2008). Todas as 6guas analisadas est6o de acordo com o padr6o de potabilidade para este par6metro. Com rela76o 6 concentra76o de nitritos, apenas os po7os “B” e “D” apresentaram valores detect6veis, de 0,25 mg/L. Os valores detectados foram abaixo do indicado pela portaria, que estabelece um valor m6ximo permitido de 1,0 mg/L. Neira *et al.* (2008) analisando 6guas subterr6neas do cemit6rio de um cemit6rio do Esp6rito Santo, tamb6m encontraram valores abaixo do valor m6ximo permitido para a potabilidade.

### 3.2 An6lises microbiol6gicas

Na Tabela 2 encontram-se os resultados para os par6metros microbiol6gicos para as amostras das 6guas dos cinco po7os analisados.

**Tabela 2** – An6lises qualitativas dos par6metros microbiol6gicos das 6guas analisadas.

Localidade	Coliformes totais	E. coli
A	Presen7a	Presen7a
B	Presen7a	Presen7a
C	Presen7a	Presen7a
D	Presen7a	Presen7a
E	Presen7a	Ausente

Fonte: pr6prio autor.

Os coliformes totais s6o bact6rias pertencentes ao grupo coliforme. S6o bacilos gram-negativos, aer6bios ou anaer6bios facultativos. A maioria das bact6rias do grupo coliforme pertence aos g6neros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora v6rios outros g6neros e esp6cies perten7am ao

grupo. Por sua vez *Escherichia coli* são bactérias do grupo coliforme, sendo considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos (Brasil, 2013).

A Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021 estabelece que para a garantia de potabilidade da água seja verificado a ausência de coliformes totais e *Escherichia Coli*. Com exceção da água do poço da localidade de Lagoa Grande, todas as outras amostras analisadas detectaram a presença de *E. coli*. Porém, todas as amostras analisadas detectaram a presença de coliformes totais, e dessa forma, as águas são impróprias para o consumo humano. Porém, de acordo com a Portaria para sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 pessoas, é permitido que uma amostra, entre todas analisadas em um mês pelo responsável pelo sistema ou solução alternativa, apresente positividade. Ferreira Jr. e Pereira (2019) analisando águas de um poço de uma instituição de ensino na cidade de Patos de Minas detectou presença de coliformes totais, porém os resultados para a detecção de *E. coli* foram negativos. Por sua vez Defendi, Lima e Arruda (2018) analisando águas de 44 poços do município de Santana do Livramento/RS, detectaram a presença de coliformes totais em 53,7% das amostras analisadas, enquanto para coliformes fecais o percentual de positividade foi de 9,75%.

Há muitos fatores que podem levar à contaminação da água de poços (Ferreira Jr. e Pereira, 2019), um deles, segundo Ayach *et al.* (2009) é a inadequação de condições de saneamento básico, que pode contaminar águas subterrâneas. Mesmo em meio rural as fossas sépticas quando instaladas de forma inadequada, também podem contaminar as águas subterrâneas (Cetesb, 2022). Criação de animais, sem o devido cuidado com seus dejetos, é outra condição que pode interferir nas condições microbiológicas das águas (Rosa *et al.*, 2004).

#### 4. Conclusão

As análises foram realizadas seguindo todos os padrões de higiene recomendadas pelas legislações atuais. Levando-se em conta apenas os aspectos físico-químicos das águas analisadas, todas estão dentro dos padrões de potabilidade preconizados pelas legislações vigentes, ou recomendados por órgãos de saúde.

Com relação aos aspectos microbiológicos, as águas são impróprias para o consumo humano, uma vez que todas indicaram presença de coliformes totais e apenas uma indicou ausência de *Escherichia Coli*.

É necessário que essas fontes de água sejam monitoradas mensalmente por meio de análises microbiológicas, para que se possa conferir se a presença de coliformes nessas águas corresponde a um período em particular, ou se o lençol freático está recebendo constantemente cargas de poluentes que comprometam o estado da água, e conseqüentemente prejudicar a saúde de quem a consome.

#### 5. Agradecimentos

IF Federal do Sertão PE, *campus* Salgueiro

#### 6. Referências

Agreste, S. A.; Schor, N.; Heilberg, I. P. (2001). Atualização em nefrologia clínica: papel da constituição físico-química da água potável na litogênese renal. **Journal Brazilian Nefrologia**, 23(1), 45-48.

Alves, S. G. da S.; Ataíde, C. D. G.; Silva, J. X. da. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. **Revista Científica Sena Aires**, 7(1), 12-17.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2010). **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de

água. **Panorama Nacional**, 1.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2022). **Água no mundo**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 03/02/2022.

Ayach, L. R.; Pinto, A. L.; Cappi, N.; Guimarães, S. T. de L. (2009). Contaminação das águas subterrâneas por coliformes: um estudo da cidade de Anastácio-MS. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, 4(1), 5-26.

Barros, A. de; Ayach, L. R.; Benites, R. R. M.; Pereira, R. H. G. (2021). **Qualidade da água subterrânea na área urbana da bacia do córrego João Dias, Aquidauana-MS**. In: Lima, T. do N; Faria, R. R. Ecótono Cerrado Pantanal: meio ambiente e história natural. Campina Grande-PB: Editora Amplla.

Bortoli, J. de; Dahm, G.; Silva, G. R. da; Maciel, M. J.; Rempel, C. Diagnóstico da qualidade da água de açudes utilizados na dessedentação animal do Vale do Taquari/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 9(2), 207-217.

Brasil. Conama. Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005). **Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: [http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO\\_CONAMA\\_n\\_357.pdf](http://pnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLUCAO_CONAMA_n_357.pdf). Acesso em: 26/11/2022.

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (2013). **Manual Prático de Análise de Água** (4ª Edição). Brasília: Funasa.

Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (Funasa) (2014). **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham as ETA's**. Brasília: Funasa.

Brasil. Ministério da Saúde. (2014). **Portaria GM/MS Nº 888, de 04 de Maio de 2021**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em 26/06/2022.

Castro, J. S. O. de; Resque Jr., Pontes, A. N.; Morales, G. P. (2014) Potabilidade das águas subterrâneas para o consumo humano na área do polo industrial de Barcarena-Pará. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, 10(19), 2921 - 2934.

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2022). **Águas Subterrâneas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/informacoes-basicas/poluicao-das-aguas-subterraneas/>. Acesso em: 30/11/2022.

Corcóvia, J. A.; Celligoi, A. (2012) Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiporã – PR. **REA – Revista de estudos ambientais**, 14(2)(Edição especial), 39-48.

Costa, D. da S. (2019). **Análise microbiológica da água do bebedouro da Escola Estadual de Tempo Integral Arindal Vinicius da Fonseca Reis, Manicoré-AM**. TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Núcleo de Ensino Superior de Manicoré - NESMANI, Universidade do Estado do Amazonas, Manicoré-AM.

Coyado, G. A. L.; Gonçalves, G. H.; Moura, C. de; Balthazar-Silva, D.; Rocha-Lima, A. B. C. (2019).

Análises físico-químicas e microbiológicas de águas de pré e pós-tratamento na cidade de Jundiá-SP. **Revista Principia**, 45, 200-207.

Defendi, E. A.; Arruda, A. A. ; Lima, V. (2018). Análise físico-química e microbiológica das águas subterrâneas no município de Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, Brasil. **Anais da Mostra de Iniciação Científica Congrega Urcamp**, Bagé, RS, Brasil, 15.

Dias, W. P. (2020). **Análise geoquímica ambiental da água superficial do Rio Jequitinhonha – Garimpo Areinha Região de Diamantina – MG**. Dissertação (Mestre em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri, Mucuri-MG.

Ferreira, D. C.; Utsumi, A. G.; Silva, M. C.; Begnini, M. L. (2015). Avaliação da potabilidade de água subterrânea destinada ao consumo humano. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, 11(22), 2934-2944.

Ferreira Jr., R. L.; Pereira, J. B. (2019). Análise microbiológica da água de diferentes fontes da Escola Estadual Agrotécnica Afonso Queiroz. **Revista Pubvet**, 13(10), p.1-6.

Froes, B. H. C. & Rocha-Lima, A. B. C. (2020). Avaliação preliminar dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos do Rio Jundiá e comparação com os padrões estabelecidos para o seu enquadramento. **UNISANTA Bioscience**, 9(1), 46 - 53.

Gazzola, A. C. (2003). **Efeito da amônia e do oxigênio dissolvido na sobrevivência de alevinos, Salminus brasiliensis**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

Gomes, M. da C. R. & Cavalcante, I. N. (2017). Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água subterrânea. **Revista Águas Subterrâneas**, 31(1), 134 – 149.

Kaminski, J.; Silva, L. S.; Ceretta, C. A.; Santos, D. R. dos. (2007). Acidez e calagem em solos do sul do Brasil: aspectos históricos e perspectivas futuras. **Tópicos em Ciência do Solo**, p. 307-332.

Mario, G. A. **Influencia de consumo de agua dura en la salud renal en pobladores del centro poblado Chancaray y Cedropata de la provincia de Huanta - Ayacucho, 2020**. (2021). TCC (Engenharia Ambiental) - Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Lima, Peru.

Martins, N. G. & Resende, J. C. D. P. (2020). A utilização do método Colilert para análise de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água. **Revista Sinapse Múltipla**, 9(2), 123-124.

Matos, G.A. de S. Panorama Socioeconômico do Nordeste: Evolução e Perspectivas (2019). **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE**, BNB Conjuntura Econômica, Edição Especial, p. 91-110.

MDR. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Programa Água Doce**. (Julho, 2022). Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-agua-doce/programa-agua-doce-1#:~:text=O%20Programa%20C3%81gua%20Doce%20atua,Grande%20do%20Norte%20e%20Sergipe>.

Acesso em: 08/09/2022.

Mendes, D. L.; Ferreira, L. L.; Nascimento, F. J. S. C.; Rolim, H. O. (2013). **Gestão de água**: água, meio-ambiente e saúde, *In: Avaliação da qualidade da água subterrânea na localidade Sítio Canafístula em Limoeiro Do Norte (3ªedição)*. Recife: FASA.

Micheli, C. M. de; Luczkiewicz, C.; Cardozo, P. S.; Dambros, T. R.; Cól, L. de; Orso, K. D. F.; Serpa, E. C. S. N. (2022). Utilização do Modelo Matemático de Streeter-Phelps de oxigênio dissolvido aplicado na qualidade da água do rio Quilombo na região Oeste Catarinense. **Anais da Engenharia Mecânica**, 1, 166-187.

Milani, J.; Lara, D. M. de; Costa, E. S. (2022). Análise de qualidade da água e do solo utilizando Alfakit®: abordagem teórico-prática para ensino de ciências na Escola Paulo VI, Canoas - RS. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, 8(1), 94–105.

Moreira, M. C. C.; Aparecido, G. R.; Lima, A. B. C. R. (2020). Qualidade da água em piscinas coletivas nos municípios de Jundiá e Várzea Paulista, SP, Brasil. **Revista Interdisciplinar Encontro Das Ciências**, 3(2), 1262-1271.

Neira, D. F.; Terra, V. R.; Pratte-Santos, R.; Barbieri, R. S. (2008). Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Brasil Natureza On-Line**, 6(1), 36-41.

Nolasco, G. C.; Gama, E. M.; Reis, B. M.; Reis, A. C. P.; Gomes, F. J. S.; Matod, R. P. (2020). Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG. **RECITAL - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara**, 2(2), 52-64.

ONU. Organização das Nações Unidas (2021). **O valor da água**. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/Dell/Downloads/375751por.pdf>. Acesso em: 18/11/2022.

Paim, R. A. (2013). **Alcalinidade, cloretos, dureza e pH de amostras de água de poços nos municípios de Alegrete, São Gabriel e Santa Maria – RS**. Monografia (Bacharel em Ciências Biológicas) – Campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa. São Gabriel-RS.

Quaggio, C. S.; Gastmans, D.; Kirchheim, R.; Batista, L. V. (2018). Variações na composição das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral em território brasileiro e sua relação com anomalias hidrogeoquímicas. **Revista Águas Subterrâneas**, 32(3), 283-294.

Reginato, P. A. R.; Sanferari, A.; Athayde, G. B.; Bortolini, T. A.; Leão, M. I.; Schwanck, F.; Klein, M. A. (2021). Análise da influência de fraturas, da precipitação e da produção de poços no pH e na condutividade elétrica (CE) das águas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, 48(2), 1-14.

Rosa, C. C. B.; Almeida, F. T.; Santos Jr, E. L.; Alves, M. G.; Martins, M. L. L. (2004). Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais em Campos dos Goytacazes - RJ. **Anais do Congresso brasileiro de águas subterrâneas**, Cuiabá, MT, Brasil, 13.

Rosa, M. de S. (2018). **Estudo da adição de cloreto de cálcio no processo de precipitação de cálcio e magnésio na salmoura bruta**. TCC (Bacharel em Química Industrial) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS.

Sampaio, C. A. de P.; Terezo, R. F.; Ide, G. M.; Spanholi, C. A.; Matos, F. M.; Burgadt, T. (2022). Rainwater harvesting roofs: insights of water quality and potential usage in rural areas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 3, 354-359.

Santana, M. C. S.; Araújo, J. L.; Azevedo, V. S.; Lima, F. B.; Sousa, C. L. L. de; Ferreira, F. M.; Martins, G. V.; Leite, J. N.; Sousa, D. G. de; Passos, I. N. G. (2022). Análise da Zona Balnear dos principais pontos de recreação do Rio Grajaú-MA. **Research, Society and Development**, 11(3), 1-8.

Santos, R. de S. & Mohr, T. (2013). Saúde e Qualidade da Água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde Ijuí**, 13(24/25), 46-53.

Santos, J. R. (2016). **Análises químicas e físico-químicas de metais pesados em água de Rio**: Pesquisa realizada no Rio Verruga, Município de Vitória da Conquista - BA, Brasil (1ª Edição). Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas.

SEDUC - CE. Secretaria de Educação do Estado do Ceará (2022). **Curso Técnico em Química da Escola Estadual de Ensino profissional – EEEP**. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Disponível em: [https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/quimica\\_controle\\_ambiental.pdf](https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/quimica_controle_ambiental.pdf). Acesso: 29/11/2022.

SGB. Serviço Geológico do Brasil (2022). **Coisas que Você Deve Saber sobre a Água**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>. Acesso em: 13/03/2022.

Silva, A. B. da; Brito, J. M. de; Duarte, J. da S.; Almeida, O. E. L. (2017). Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. **Revista Principia**, 37, 11-17.

Silva, R. M. da; Silva, I. M.; Botezelli, L. (2022). Utilização de recursos hídricos de fontes públicas no município de Poços de Caldas, sul de Minas Gerais: qualidade da água e implicações para a saúde humana. **Research, Society and Development**, 11(6), 1-11.

Skoog, D. A.; Holler, F. J.; Nieman, T. A. (2006) **Princípios de Análise Instrumental** (5ª edição). Porto Alegre: Bookman.

Souto, R. T.; Brandão, F. G.; Pinto, M. C. F.; Mourão, M. A. A. (2014). Estudo comparativo de modelos de determinação da alcalinidade em amostras de água subterrânea. **Anais do congresso brasileiro de águas subterrâneas**, Bonito, MT, Brasil, 17.

Souza, J. A. R. de; Moreira, D. A.; Conde, N. M.; Carvalho, W. B. de; Carvalho, C. V. M. e. (2015). Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG. **Revista Ambiente e Água**, 10(3), 614-622.

Vargas, T. de; Belladonna, R.; Sgorla, V.; Sbabo, L. C. (2022). Vulnerabilidade intrínseca da água subterrânea

como alicerce na gestão do uso do solo em bacias de captação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 15(1), 710-720.

Viegas, A. A.; Borges, F. R. de S.; Silva, M. P.; Silva, D. R. da; Rodrigues, B. B.; Mstsuy, M. A.; Moscatto, J. A. (2019). Análise qualiquantitativa da água no Centro-Oeste Cryptosporidium SPP/Quali-quantitative analysis of water in the Midwest as to Cryptosporidium Spp. **Brazilian Journal of Development**, 5(11), 24301-24314.