

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇOS NO DISTRITO DE CACHOEIRA, POMBAL – PB

PHYSICO-CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF WELL WATER IN THE DISTRICT OF CACHOEIRA,  
POMBAL – PB

DOI: 10.16891/2317-434X.v13.e5.a2025.id2438

Recebido em: 29.10.2024 | Aceito em: 16.02.2025

**Jonas Ferreira de Almeida<sup>a\*</sup>, Ednaldo Barbosa Pereira Junior<sup>b</sup>, Joserlan Nonato Moreira<sup>b</sup>,  
Eliezer da Cunha Siqueira<sup>b</sup>**

**Centro Universitário de Patos – UNIFIP, Patos – PB, Brasil<sup>a</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba– IFPB, Sousa – PB, Brasil<sup>b</sup>  
\*E-mail: jonasalmeida@fiponline.edu.br**

### RESUMO

O estudo avaliou a qualidade da água dos poços do Distrito de Cachoeira, em Pombal-PB, com foco em parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, trazendo identificação de riscos para a população. As amostras foram coletadas no local e analisadas no Laboratório de Solo e Água do IFPB – Campus Sousa. A temperatura foi medida in loco com termômetro digital, enquanto condutividade, pH, e concentração de íons ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) foram determinados em laboratório usando métodos específicos como condutivímetro, pHmetro, fotometria de chama e titulometria. A presença de coliformes fecais e totais foi comprovada com substrato cromogênico. Os resultados foram comparados à Portaria MG/MS nº 888/2021. Constatou-se que os poços P1 e P2 apresentavam níveis insatisfatórios de certos parâmetros ( $\text{Cl}^-$  e SDT no P1;  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  e SDT no P2), tornando-os inadequados para o consumo humano, mas possíveis para uso doméstico. Já os poços P3, P4 e P5 atenderam a todos os critérios de potabilidade, inclusive quanto à ausência de coliformes. Recomenda-se testes semestrais para garantir a segurança da água.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; Águas subterrâneas; Coliformes fecais.

### ABSTRACT

The study evaluated the quality of water from wells in the District of Cachoeira, in Pombal-PB, focusing on physical, chemical and bacteriological parameters, identifying risks for the population. The samples were collected on site and analyzed at the IFPB Soil and Water Laboratory – Sousa Campus. Temperature was measured in situ with a digital thermometer, while conductivity, pH, and ion concentration ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ) were determined in the laboratory using specific methods such as conductivity meter, pH meter, flame photometry and titration. The presence of fecal and total coliforms was confirmed with chromogenic substrate. The results were compared to MG/MS Ordinance No. 888/2021. It was found that wells P1 and P2 had unsatisfactory levels of certain parameters ( $\text{Cl}^-$  and SDT in P1;  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  and SDT in P2), making them unsuitable for human consumption, but possible for domestic use. Wells P3, P4 and P5 met all potability criteria, including the absence of coliforms. Semi-annual testing is recommended to ensure water safety.

**Keywords:** Water resources; Groundwater; Fecal coliforms.



## INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para a vida e desempenha um papel crucial na saúde, na produção de alimentos e em diversas atividades econômicas. Para atender a essas demandas, é fundamental que haja disponibilidade suficiente de água em quantidade e qualidade, de acordo com os padrões estabelecidos pela legislação nacional. No entanto, a quantidade de água doce acessível é limitada: enquanto 97,5% da água do planeta é salgada, apenas 2,5% é doce. Deste pequeno percentual, 68,9% está retido em geleiras e neve permanente, 29,9% encontra-se no subsolo, e apenas 0,3% corresponde à água presente em rios e lagos, disponível para uso imediato (MARTINS; KATO, 2018; ZERWES *et al.*, 2015).

Para que a água seja considerada adequada ao consumo, ela deve ser livre de impurezas, como matéria suspensa visível, substâncias orgânicas ou inorgânicas, cor, odor e gosto, além de qualquer outra substância que possa prejudicar a saúde do consumidor. Para garantir essa qualidade e evitar riscos à saúde, a água precisa passar por processos de tratamento físico, químico e biológico. A falta de qualidade na água é uma das principais causas de doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA), que são uma preocupação crescente na saúde pública, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Tanto adultos quanto crianças são vulneráveis a infecções diarreicas, frequentemente associadas à água contaminada com patógenos entéricos (JOKOSKI *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2024).

No Brasil, as águas subterrâneas desempenham um papel fundamental em diversas atividades humanas, sendo essenciais não apenas para o abastecimento de água potável, mas também para a irrigação agrícola, a indústria e até o turismo. Contudo, o aumento na extração desses recursos pode impactar a sua disponibilidade, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade, devido à sobrecarga dos aquíferos. A estimativa da disponibilidade de água subterrânea no país gira em torno de  $14.650 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , porém, essa água não está distribuída de maneira uniforme, uma vez que as características dos aquíferos variam conforme a região (DEUS; LATUF, 2022).

Desta forma manter a qualidade das águas subterrâneas é essencial para o uso sustentável dos recursos hídricos. A ideia de que a qualidade da água subterrânea é geralmente boa pode ser válida em muitas

regiões, mas essa suposição exige uma avaliação cuidadosa, especialmente em áreas como aquíferos rasos, que são fundamentais para o abastecimento de água potável e a saúde dos ecossistemas. Nessas áreas, a qualidade da água não é necessariamente estável e pode ser impactada tanto por contaminantes naturais quanto por poluentes introduzidos ou ativados por atividades humanas. Essas ameaças variam em diferentes escalas de tempo e espaço, o que torna necessário adotar estratégias de monitoramento específicas para proteger esses recursos e a população consumidora (LAPWORTH *et al.*, 2023).

Assim, é imprescindível um acompanhamento rigoroso em relação à potabilidade da água subterrânea, devido ao risco de ingestão de substâncias químicas que podem estar fora dos padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 2021, além do grande risco de transmissão de doenças, muitas vezes causadas por microrganismos patogênicos presentes devido à contaminação fecal. No Brasil, há regulamentações específicas sobre a qualidade da água, como a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 2005, e a Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021, que definem os limites máximos permitidos para diversas substâncias na água. A análise da qualidade deve considerar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, a fim de garantir a segurança da água para o consumo humano (SOARES; FRANCO; ASSIS, 2021; BRASIL, 2021; BAGATINI; BONZANINI; OLIVEIRA, 2017).

Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade da água dos poços do Distrito de Cachoeira, localizado na cidade de Pombal-PB, utilizando os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, evidenciando possíveis riscos para a população que a consome.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local de estudo

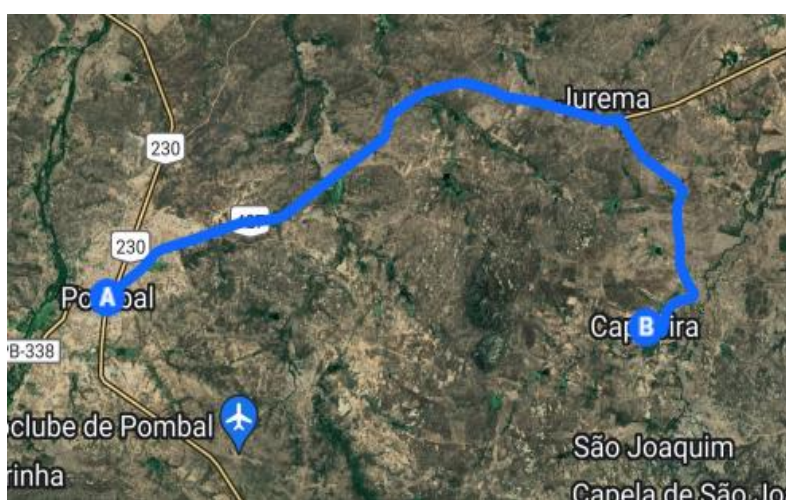
O presente estudo foi desenvolvido no Distrito de Cachoeira, localizado na cidade de Pombal – PB (Figura 1). O Distrito divide-se em Cachoeira de cima e Cachoeira de baixo, possui aproximadamente 67 famílias totalizando 186 habitantes, dados estes obtidos com agentes de saúde da região. Situa-se a 16,5 km da cidade de Pombal, suas



coordenadas geográficas são 6°46'34.2"S 37°42'12.2"W. O Distrito de Cachoeira possui duas vias de abastecimento de água, o açude de "Coqueiro" e o abastecimento de origem subterrânea através da utilização de poços do tipo amazonas e artesianos. A água que vem do açude não passa por qualquer tipo de tratamento primário, e não é

distribuída para as casas devido à ausência de um sistema de distribuição. Logo, a água de poço é a mais utilizada pelas famílias que o possuem, seja para utilização em atividades domésticas e cultivo até mesmo o consumo humano.

**Figura 1.** Mapa de localização do Distrito de Cachoeira.



As coletas e análises foram realizadas ao longo do mês de novembro de 2022. A seleção dos poços levou em consideração a distância entre eles, abrangendo uma área ampla do distrito, o histórico de utilização pela população, a proximidade com fontes potenciais de contaminação e a acessibilidade para a coleta. Os recipientes utilizados para as amostras foram obtidos comercialmente estéreis e lacrados, sendo abertos apenas no momento da coleta e, posteriormente, durante a análise. Foram analisados cinco poços (P1, P2, P3, P4 e P5), com o número de pontos e parâmetros analisados determinado pelos recursos disponíveis para a pesquisa. Cada amostra foi analisada em triplicata, ou seja, para cada poço, foram coletadas três garrafas de 1 litro. O volume de amostra foi definido levando-se em consideração a quantidade de análises planejadas, a fim de evitar o risco de amostra insuficiente.

### **Análise Físico-química**

A verificação da temperatura foi realizada no momento da coleta, utilizando um termômetro digital da marca Incoterm®. O sensor do aparelho foi posicionado

em contato com a amostra, e os resultados obtidos foram registrados em cada análise. Em seguida, as amostras foram encaminhadas ao laboratório de análise de solo e água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus Sousa, onde foram analisadas por ordem de prioridade, levando-se em consideração o tempo. Para essas análises, foi utilizado o Manual Prático de Análise de Água da FUNASA, que está em conformidade com as normas nacionais e internacionais estabelecidas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, publicado pelas instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), bem como com as normas da United States Environmental Protection Agency (USEPA), da International Organization for Standardization (ISO), e com as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

A análise do pH foi realizada a 35°C, no máximo 2 horas após a coleta. Para a aferição, utilizou-se um pHmetro da marca Digimed®. O aparelho foi ligado e aguardou-se sua estabilização. Em seguida, os eletrodos

foram lavados com água destilada e secos com papel absorvente. Procedeu-se à calibração com soluções padrão de pH 4 e 7. Após a calibração, os eletrodos foram novamente lavados. Em um béquer contendo aproximadamente 200 ml de água, os eletrodos foram posicionados para realizar a medição.

A condutividade foi medida com um condutivímetro portátil da marca Milwaukee®, previamente calibrado. Para a análise, 200 ml de água foram transferidos para um béquer, onde se realizou a aferição.

As concentrações de sódio e potássio foram obtidas através da utilização do fotômetro de chama previamente calibrado com padrões conhecidos de ambos os íons. Após a calibração, as amostras foram introduzidas no fotômetro de chama, e a intensidade da luz emitida pelos átomos de sódio ou potássio foi então comparada com a curva de calibração para determinar a concentração dos íons na amostra. A dureza total foi analisada por titulação complexométrica, utilizando-se 100 mL de amostra em um Erlenmeyer, ao qual foi adicionado 1 mL da solução tampão amônia-amônio ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ ) e o indicador negro de eriocromo T. O titulante utilizado foi o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), com concentração de 0,02N, transferido para a bureta. A análise foi realizada observando-se a mudança de cor de rosa para azul. O volume total de EDTA gasto foi anotado para o cálculo da dureza total da água, expressa em mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

A análise de cálcio foi realizada por titulação complexométrica. Foram transferidos 100 mL da amostra para um Erlenmeyer de 250 mL, e logo após, foi adicionado 1mL de hidróxido de sódio ( $\text{NaOH}$ ) 6N, ajustando o pH para 10. O indicador utilizado foi a murexida, e o titulante empregado foi o EDTA, com concentração de 0,02N. O titulante foi transferido para a bureta, e a análise foi realizada observando-se a mudança de cor do meio, de rosa para púrpura. O volume total de EDTA gasto foi anotado para que fosse calculada a concentração de cálcio.

Em posse dos valores da dureza total ( $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ) e a dureza de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{mgCaCO}_3/\text{L}$ ) foi possível obter a concentração do íon Magnésio subtraindo o valor de  $\text{Ca}^{2+}$  do valor obtido na dureza total.

A presença de bicarbonato foi confirmada utilizando-se o pH e a volumetria de neutralização. Foram

transferidos 100 mL da amostra para um Erlenmeyer, e adicionou-se o indicador de pH fenolftaleína, com ponto de viragem em pH 8,3. O ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 0,02 N foi utilizado como titulante e transferido para a bureta. Após o primeiro teste, a titulação foi continuada com o indicador verde de bromocresol, que apresenta ponto de viragem em pH 4,5. Os volumes gastos de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foram anotados e utilizados para calcular a concentração do bicarbonato.

A análise de cloretos foi realizada por volumetria de precipitação. Para isso, transferiu-se 100 mL de amostra para um Erlenmeyer e adicionou-se 1 mL de cromato de potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) como indicador. O titulante utilizado foi o nitrato de prata ( $\text{AgNO}_3$ ) a 0,0141 N. A titulação foi conduzida até observar a mudança de cor do meio, de amarelo para um leve tom avermelhado, indicando o ponto final. O volume de  $\text{AgNO}_3$  consumido foi utilizado para calcular a concentração de cloretos na amostra.

Para obtenção da concentração dos sólidos dissolvidos totais (SDT) utilizou-se da condutividade elétrica (CE) multiplicando-a por 640 (LIMA *et al.*, 2017).

### **Análise bacteriológica dos coliformes totais e *Escherichia coli***

A análise foi realizada em triplicata utilizando-se a metodologia do substrato cromogênio-fluorogênico o qual é baseado nas atividades enzimáticas específicas dos coliformes ( $\beta$ -galactosidase) e *E. Coli* ( $\beta$ -glucoronidase). Os meios de cultura possuem nutrientes indicadores (substrato cromogênico) que, quando hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou *E. coli*, fazem com que o meio mude de cor. Logo após o período de incubação, caso seja notada a coloração amarela, é confirmada a presença de coliformes totais, quando for colocada na presença de uma lâmpada ultravioleta (365nm) e for observada a fluorescência azul é confirmada a presença de *E. coli*. (FUNASA, 2013).

O substrato utilizado foi o Colilert, produzido pela INDEXX® Laboratórios. As amostras foram transferidas para recipientes estéreis de 100 mL e transportadas para o laboratório de análise de solo e água do IFPB Campus Sousa, respeitando o prazo máximo de 24 horas para análise. O substrato foi adicionado a cada 100 mL de amostra, e as amostras foram incubadas a 35°C por 24



horas. Após esse período, foi observada a mudança de cor do meio: amarelo, indicando a presença de coliformes totais, ou sem alteração de cor, indicando sua ausência. Posteriormente, as amostras foram expostas à luz ultravioleta para verificar a presença ou ausência de *Escherichia coli* pelo aparecimento ou ausência de fluorescência azulada.

### Delineamento e análise estatística

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos: poço 1(P1), poço 2(P2), poço 3(P3), poço 4(P4) e poço 5(P5) com três repetições. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade, através do programa computacional - SISVAR (FERREIRA, 2014). A tabela 1 apresenta os resultados obtidos na análise estatística.

**Tabela 01.** Dados obtidos na análise estatística.

| -----mg/L----- |      |       |                |                 |                  |                  |                               |                 |        |
|----------------|------|-------|----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|--------|
| Tratamentos    | CE   | pH    | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>++</sup> | Mg <sup>++</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | SDT    |
| T1             | 1.9a | 7,9ab | 12,4a          | 178,2b          | 209,2a           | 110,8a           | 456,2a                        | 424,8a          | 1.216a |
| T2             | 1.7b | 7,6b  | 9,36b          | 288,2a          | 141,2b           | 50,0b            | 409,9a                        | 339,8b          | 1.088b |
| T3             | 0.2d | 7,9a  | 3,51c          | 15,1d           | 44,0c            | 20,1c            | 180,5c                        | 6,7d            | 128,0e |
| T4             | 0.3d | 7,3c  | 3,12c          | 32,8d           | 28,0c            | 14,5c            | 147,6c                        | 60,1c           | 192,0d |
| T5             | 0.7c | 7,9a  | 2,34d          | 101,9c          | 32,0c            | 19,4c            | 324,5b                        | 63,7c           | 448,0c |
| F              | *    | *     | *              | *               | *                | *                | *                             | *               | *      |
| CV (%)         | 2,65 | 1,18  | 3,42           | 10,18           | 14,52            | 8,33             | 4,53                          | 0,10            | 2,65   |

\* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey CV (%) Coeficiente de Variação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise estatística, ocorreram efeitos significativos ao nível de 5% de probabilidades para o pH, CE, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> e SDT. Enquanto para temperatura, CaCO<sub>3</sub>, coliformes totais e *Escherichia coli* os valores foram discutidos de forma comparativa e ambos confrontados com a legislação vigente.

Para comparação dos valores obtidos nas análises físico-química e bacteriológica das amostras, foi considerado o que está disposto na portaria GM/MS nº 888, do dia 4 de maio de 2021, onde, há descrito os padrões que a água voltada para consumo humano deve apresentar.

### Temperatura

A temperatura corresponde a um dos padrões organolépticos da água e está envolvida diretamente na sensibilidade dos organismos vivos, a qual tornam-se favorável ou não ao seu consumo, algumas águas podem passar por uma alteração térmica gerando assim o que é chamado de poluição térmica, logo a análise da temperatura da água torna-se um parâmetro bem expressivo a ser avaliado (PERCEBON; BITTENCOURT; FILHO, 2005). A tabela 2 apresenta os valores obtidos na análise da temperatura das amostras.



**Tabela 02.** Dados obtidos na análise da temperatura.

| Local | Temperatura °C | VMP | Conclusão |
|-------|----------------|-----|-----------|
| P1    | 32.0           | -   | -         |
| P2    | 34.9           | -   | -         |
| P3    | 39.4           | -   | -         |
| P4    | 34.1           | -   | -         |
| P5    | 30.5           | -   | -         |

VMP = Valor máximo permitido.

A Portaria em vigor não estabelece um valor para a temperatura da água. Observando a tabela acima nota-se que há variação entre os cinco locais de coleta, sendo que, a diferença mais expressiva corresponde ao poço de número três obtendo uma média de 39.4°C, porém tal fato pode ser explicado pelo armazenamento da água após a sua obtenção, neste ponto em específico após ser coletada pelo sistema do poço, a água é depositada em uma caixa d'água, onde a mesma tem contato direto com a luz solar durante todo o dia.

### Potencial Hidrogeniônico (pH)

O Potencial Hidrogeniônico tem como função medir a presença de íons de hidrogênio ( $H^+$ ), caracterizando o meio ácido ou alcalino. Sua escala antilogarítma varia de 0 a 14 onde: abaixo de 7,5 ácido, maior que 7,5 alcalino. Essas variações de pH podem ser de origem natural (degradação de rochas) e antropogênica (derramamento industrial), tendo algumas exceções, como os casos de ácidos húmicos provenientes da decomposição da vegetação (valores de pH entre 4 e 6), havendo também acidificação da água devido a poluição atmosférica através do vapor de água (FUNASA, 2014). A tabela 3 expõe os valores obtidos na análise do pH.

**Tabela 03.** Dados obtidos na análise do potencial Hidrogeniônico (pH).

| Local | pH    | VMP   | Conclusão    |
|-------|-------|-------|--------------|
| P1    | 7,9   | 6-9,5 | Satisfatório |
| P2    | 7,6   | 6-9,5 | Satisfatório |
| P3    | 7,9   | 6-9,5 | Satisfatório |
| P4    | 7,3   | 6-9,5 | Satisfatório |
| P5    | 7,9   | 6-9,5 | Satisfatório |
| CV%   | 1,18  |       |              |
| DMS   | 0,257 |       |              |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

Ao avaliar os valores obtidos na análise do pH, nota-se que, as amostras apresentam-se em conformidade com os valores estipulados pela na portaria GM/MS nº 888, do dia 4 de maio de 2021, que estabelece um valor entre 6,5 e 9,5 obtendo assim um padrão satisfatório, nota-se ainda que, trata-se de amostras ligeiramente alcalinas sendo o menor valor de 7,3 e o maior de 7,9.

Resultados muito semelhantes foram obtidos por Ferreira *et al.* (2019). Ao analisarem o pH de 10 poços na zona rural do município de Tabira, PE, observaram valores que variaram de 7,1 a 7,6. Em contrapartida, Barbosa *et al.* (2022), ao avaliar o pH de poços artesianos em

condomínios no município de Vitória da Conquista, BA, encontrou resultados com médias de pH entre 4,2 e 7,8 em cinco amostras analisadas.

### Condutividade elétrica (CE)

A condutividade elétrica é descrita como a capacidade de transmissão de uma corrente elétrica a qual ocorre devido a presença de substâncias dissolvidas na água, e é influenciada pelo tipo de concentração, valência, mobilidade da espécie iônica e temperatura. Está relacionada ao teor de salinidade, característica muito



importante para os mananciais subterrâneos e águas superficiais próximas ao litoral a qual é passível de intrusão de água salgada, a condutividade da água

relaciona a resistência elétrica ao comprimento, sendo expressa em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Braga *et al.*, 2021). A tabela 4 exibe os resultados obtidos na análise da condutividade elétrica.

**Tabela 04.** Valores obtidos na análise da condutividade elétrica (CE).

| Local | CE $\mu\text{S}/\text{cm}$ | VMP | Conclusão |
|-------|----------------------------|-----|-----------|
| P1    | 1.9                        | -   | -         |
| P2    | 1.7                        | -   | -         |
| P3    | 0.2                        | -   | -         |
| P4    | 0.3                        | -   | -         |
| P5    | 0.7                        | -   | -         |
| CV%   | 2.65                       |     |           |
| DMS   | 0,072                      |     |           |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

A portaria em vigor não estabelece um valor máximo para a CE, no entanto, nota-se que as amostras P1 e P2 apresentaram uma condutividade bem mais elevada, este fato culmina com o que os autores Felipe e Neto. (2019) descrevem em seu trabalho, os autores expõem a relação da CE e dos SDT. Neste trabalho as amostras P1 e P2 obtiveram valores de SDT acima do valor máximo permitido, sendo que estas obtiveram também valores de condutividade elétrica mais elevados quando comparados com as outras amostras. Como exposto, as amostras P3, P4 e P5 apresentaram valores abaixo de  $1.0 \mu\text{S}/\text{cm}$  o que também se relaciona ao fato de que suas concentrações de SDT foram bem abaixo do valor máximo permitido.

## Potássio ( $\text{K}^+$ )

O potássio é um elemento que possui muita importância para o metabolismo humano, este elemento é um dos constituintes de diversos alimentos a exemplo das carnes e frutas, não existem relatos de que sua presença na água potável seja de eventual risco a saúde de quem a consome, porém há uma certa preocupação para indivíduos de alto risco, como os acometidos por insuficiência renal, hipertensão e diabetes (SOUZA *et al.*, 2015). Na tabela 5 estão dispostos os resultados da análise de Potássio.

**Tabela 5.** Valores obtidos na análise de  $\text{K}^+$ .

| Local | $\text{K}^+$ mg/L | VMP | Conclusão |
|-------|-------------------|-----|-----------|
| P1    | 12,4              | -   | -         |
| P2    | 9,36              | -   | -         |
| P3    | 3,51              | -   | -         |
| P4    | 3,12              | -   | -         |
| P5    | 2,34              | -   | -         |
| CV%   | 3.42              |     |           |
| DMS   | 0,015             |     |           |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

Na portaria vigente, não há valor máximo estabelecido para a concentração de  $\text{K}^+$  na água. Ao observamos a tabela acima, nota-se que, o maior valor deste elemento foi obtido ao analisar a amostra P1, a qual obteve um valor de  $12,4\text{mg}/\text{L}$ , já a amostra P2, obteve uma concentração de  $9,36\text{mg}/\text{L}$  apresentando a segunda maior concentração, e ao verificarmos as amostras P3, P4 e P5,

nota-se que as concentrações não ficaram tão distantes e seguem uma ordem decrescente de 3,51, 3,12 e 2,34 respectivamente.

## Sódio $\text{Na}^+$



O sódio é um elemento que apresenta fácil solubilização em água, sendo que em águas de origem subterrâneas apresenta-se em maiores concentrações quando comparado com águas superficiais, quando em concentrações elevadas, este íon pode trazer a água gosto

desagradável, o que por sua vez pode inviabilizar o consumo (SOUZA *et al.*, 2015; QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018). Na tabela 6 está descrito os valores obtidos na análise do íon  $\text{Na}^+$  bem como seu valor máximo estabelecido.

**Tabela 6.** Valores obtidos na análise de  $\text{Na}^+$ .

| Local | $\text{Na}^+$ mg/L | VMP     | Conclusão      |
|-------|--------------------|---------|----------------|
| P1    | 178,2              | 200mg/L | Satisfatório   |
| P2    | 288,2              | 200mg/L | Insatisfatório |
| P3    | 15,1               | 200mg/L | Satisfatório   |
| P4    | 32,8               | 200mg/L | Satisfatório   |
| P5    | 101,9              | 200mg/L | Satisfatório   |
| CV%   | 10.18              |         |                |
| DMS   | 1,526              |         |                |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

A legislação vigente estabelece um valor de 200mg/L de  $\text{Na}^+$ , como exposto na tabela acima, nota-se que apenas a amostra P2 apresenta-se fora do padrão estabelecido, obtendo um valor de 288,2mg/L. Quando comparada com o menor valor, o qual foi obtido na amostra P3, vê-se que o poço 2 apresenta uma concentração 19 vezes maior de  $\text{Na}^+$ .

### Dureza total

A dureza total da água é obtida através da soma dos íons de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) sendo o valor expresso em carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), a dureza é

classificada em dois tipos, dureza temporária ou permanente. A dureza temporária é causada devido a presença de bicarbonato de cálcio e magnésio, essa por sua vez possui maior resistência a ação dos sabões e é responsável pelo aparecimento das incrustações.

Já a dureza permanente caracteriza-se pela presença de sulfatos, nitratos e cloretos, sendo está também resistente a ação dos sabões, porém, não causando incrustações, uma vez que estes sais são altamente solúveis em água (SOUZA *et al.*, 2015). Na tabela 7 estão expressos os valores obtidos na análise de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , bem como a dureza total expressa em  $\text{CaCO}_3$  e seu respectivo valor máximo permitido.

**Tabela 7.** Valores obtidos na análise de  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$  e dureza total.

| Local | $\text{Ca}^{2+}$ mg/L | $\text{Mg}^{2+}$ mg/L | $\text{CaCO}_3$ mg/L | VMP $\text{CaCO}_3$ | Conclusão    |
|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------|
| P1    | 209,2                 | 110,8                 | 320,0                | 500mg/L             | Satisfatório |
| P2    | 141,2                 | 50,0                  | 191,2                | 500mg/L             | Satisfatório |
| P3    | 44,0                  | 20,1                  | 64,1                 | 500mg/L             | Satisfatório |
| P4    | 28,0                  | 14,5                  | 42,5                 | 500mg/L             | Satisfatório |
| P5    | 32,0                  | 19,4                  | 51,4                 | 500mg/L             | Satisfatório |
| CV%   | 14.52                 | 8.33                  |                      |                     |              |
| DMS   | 0,931                 | 0,416                 |                      |                     |              |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

Ao analisar os valores dispostos na tabela, vê-se que em todas as amostras os valores encontrados estão em acordo com a portaria vigente, logo todas obtiveram classificação satisfatória, nota-se ainda que as amostras P1

e P2 foram as que apresentaram uma maior dureza em comparação com as amostras P3, P4 e P5. A amostra P1 apresentou uma dureza total de 320mg/L, sendo esta a amostra com a maior dureza exposta na tabela.

Segundo a OMS, a água que apresenta valores de  $\text{CaCO}_3 > 180\text{mg/L}$  é classificada como água muito dura, já as que apresentam entre  $120\text{-}180\text{mg/L}$  são consideradas duras, as que contêm concentrações entre  $60\text{-}120\text{mg/L}$  são moderadamente duras, e por fim, em concentrações  $< 60\text{mg/L}$  são classificadas como macias. Logo, vemos que os poços P1 e P2 possuem águas com muita dureza, o poço P3 possui uma água moderadamente dura e os poços P4 e P5 possuem águas macias.

No que se refere as concentrações de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  também não é apresentada na portaria GM/MS nº 888 de 2021 valores máximos permitidos, sabe-se que ambos, em concentrações normais não apresentam quaisquer riscos à saúde, uma vez que estes contribuem para o desenvolvimento metabólico (QUEIROZ; OLIVEIRA, 2018).

## Alcalinidade

Em águas naturais é visto que a presença do íon carbonato é muito baixa quando comparada ao bicarbonato, em água destinada para a irrigação o  $\text{CO}_3^{2-}$  torna-se indesejável, pois, quando apresenta-se na forma de carbonato de sódio  $\text{NaCO}_3$ , torna-se maléfico aos vegetais, já os íons de bicarbonato  $\text{HCO}_3^-$  não sofrem oxidação e nem se reduzem em águas naturais, porém sofre precipitação com facilidade em forma de carbonato de cálcio  $\text{CaCO}_3$  (LIMA; LOPES; LIMA, 2014).

Estes íons estão envolvidos na alcalinidade da água, a qual está relacionada com a capacidade que a água apresenta no que se refere a neutralização de ácidos, ou seja, atuam como substâncias tampão, tal fato ocorre principalmente pela presença de carbonatos  $\text{CO}_3^{2-}$ , bicarbonatos  $\text{HCO}_3^-$  e hidróxidos  $\text{OH}^-$  (SANTOS; MOHR, 2013). A tabela 8 apresenta os valores obtidos na análise do bicarbonato.

**Tabela 8.** Valores obtidos na análise de  $\text{HCO}_3^-$ .

| Local | $\text{HCO}_3^- \text{ mg/L}$ | VMP | Conclusão |
|-------|-------------------------------|-----|-----------|
| P1    | 456,2                         | -   | -         |
| P2    | 409,9                         | -   | -         |
| P3    | 180,5                         | -   | -         |
| P4    | 147,6                         | -   | -         |
| P5    | 324,5                         | -   | -         |
| CV%   | 4,53                          |     |           |
| DMS   | 0,636                         |     |           |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

A portaria vigente, não estabelece um valor máximo para os íons de carbonato e bicarbonato, porém estabelece um pH na faixa de 6,0 a 9,5.

Segundo exposto por Silva *et al.* (2019), águas mais profundas como a dos poços possuem um valor de alcalinidade na faixa de  $30\text{-}500\text{mg/L}$  de  $\text{CaCO}_3$ . Sousa *et al.* (2015) expõe a relação entre o pH e a alcalinidade onde, segundo o autor, amostras com pH entre 4,4 e 8,3 possuem uma alcalinidade por presença de bicarbonatos. O que é condizente com o pH encontrado nas análises, sendo o maior valor 7,9 obtido nas amostras P1, P3 e P5, e os menores valores foram 7,6 na amostra P2 e 7,3 na amostra P4.

## Cloretos (Cl)

Os cloretos geralmente são advindos da dissolução de minerais ou do contato com a água do mar, podendo também vir de outras fontes como os esgotos domésticos ou industriais, quando estão presentes em grande quantidade na água passam a dar a característica de um gosto salgado a mesma ou ainda podem dar propriedades laxativas.

Estão presentes em águas brutas e tratadas apresentando concentrações que podem variar entre pequenos traços até centenas de  $\text{mg/L}$ . Apresentam-se na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio (FUNASA, 2014, 2013). A tabela 9 apresenta os valores obtidos na análise de cloretos.



**Tabela 9.** Valores obtidos na análise de Cl<sup>-</sup>.

| Local | Cl <sup>-</sup> mg/L | VMP     | Conclusão      |
|-------|----------------------|---------|----------------|
| P1    | 424,8                | 250mg/L | Insatisfatório |
| P2    | 339,8                | 250mg/L | Insatisfatório |
| P3    | 6,7                  | 250mg/L | Satisfatório   |
| P4    | 60,1                 | 250mg/L | Satisfatório   |
| P5    | 63,7                 | 250mg/L | Satisfatório   |
| CV%   | 0.10                 |         |                |
| DMS   | 0,014                |         |                |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

Observa-se que as amostras coletadas dos poços P1 e P2 estão fora do padrão de potabilidade estabelecido pela portaria GM/MS nº 888 de 2021 logo, obtiveram uma classificação insatisfatória. Contrapondo isto, as amostras dos poços P3, P4 e P5, mostraram-se em conformidade com o que é estabelecido, sendo assim consideradas satisfatórias. Levando-se em consideração a localidade dos poços é provável que a possível fonte de cloretos seja a dissolução de minerais.

### **Sólidos dissolvidos totais (STD)**

Os STD correspondem a soma de todos os compostos solubilizados na água, seja de forma coloidal, molecular ou iônica, estes por sua vez quando colocados sob a visão da importância sanitária é visto que podem influenciar diretamente a utilização da água, principalmente no âmbito doméstico, pois podem alterar as características organolépticas da água tornando-as salobras ou salinas. (FELIPPE; NETO, 2019; MORAIS; ARAÚJO, 2015.) A tabela 10 expõe os valores encontrados na análise dos sólidos totais dissolvidos.

**Tabela 10.** Valores obtidos dos Sólidos Totais Dissolvidos – STD.

| Local | STD mg/L | VMP     | Conclusão      |
|-------|----------|---------|----------------|
| P1    | 1.216    | 500mg/L | Insatisfatório |
| P2    | 1.088    | 500mg/L | Insatisfatório |
| P3    | 128,0    | 500mg/L | Satisfatório   |
| P4    | 192,0    | 500mg/L | Satisfatório   |
| P5    | 448,0    | 500mg/L | Satisfatório   |
| CV%   | 2.65     |         |                |
| DMS   | 46,626   |         |                |

CV% = Coeficiente de variação; DMS = Diferença mínima significativa; VMP = Valor máximo permitido.

A tabela acima mensura o valor máximo permitido dos STD em 500mg/L como descrito na portaria em vigor, assim sendo, vê-se que os poços P1 e P2, não atendem ao critério estabelecido, pois ambos apresentam concentrações de STD acima do valor de referência, logo obtiveram uma conclusão insatisfatória, ou seja, não podem ser utilizados para o consumo humano. Nas amostras P3, P4 e P5, vê-se que ambas atendem ao critério de potabilidade, sendo que os maiores valores entre estas três amostras pertencem ao poço de número três, onde o valor obtido foi de 448mg/L.

Levando-se em consideração a resolução 357 de

março de 2005 do CONAMA, as águas dos poços P1 e P2 são classificadas como salobras pois apresentam-se dentro da faixa de 501-1500mg/L de STD, já as águas dos poços P3, P4 e P5, são classificadas como águas doces uma vez que se apresentam na faixa de 0-500mg/L de STD.

### **Coliformes totais e Escherichia coli**

Os principais microrganismos encontrados nas águas incluem vírus, bactérias e parasitas protozoários e helmintos. As bactérias causadoras de doenças presentes na água pertencem ao grupo dos coliformes totais, como

*Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Enterobacter*, caracterizando-se como bacilos Gram-negativos e aeróbios ou anaeróbios facultativos. Já os coliformes termotolerantes, ou coliformes fecais, têm como principal representante a *Escherichia coli*, que é originária exclusivamente de fezes, tornando-se um marcador específico de contaminação fecal e de organismos causadores de doenças (PONGELUPPE *et al.*, 2009; FERNANDES; GOIS, 2015).

Águas contaminadas por coliformes fecais, como a *Escherichia coli*, podem levar a várias doenças,

principalmente no sistema gastrointestinal. Essas bactérias estão frequentemente associadas a surtos de diarreia, cólicas abdominais e, em casos mais graves, à síndrome hemolítico-urêmica, que compromete a função renal e pode ser fatal. A contaminação fecal na água também sugere a presença de outros patógenos, como vírus e parasitas, aumentando o risco de doenças como hepatite A e cólera (SILVA *et al.*, 2018).

A tabela 11 apresenta os resultados obtidos na análise dos coliformes totais e *E. coli*.

**Tabela 11.** Dados obtidos na análise dos coliformes Totais e *E. coli*

| Local | Coliformes totais | <i>E. coli</i> | VMP      | Conclusão    |
|-------|-------------------|----------------|----------|--------------|
| P1    | Ausência          | Ausência       | Ausência | Satisfatório |
| P2    | Ausência          | Ausência       | Ausência | Satisfatório |
| P3    | Ausência          | Ausência       | Ausência | Satisfatório |
| P4    | Ausência          | Ausência       | Ausência | Satisfatório |
| P5    | Ausência          | Ausência       | Ausência | Satisfatório |

VMP = Valor máximo permitido.

Conforme a Portaria GM/MS nº 888 de 2021, a água potável não deve conter coliformes totais ou fecais. Dessa forma, as amostras apresentadas na tabela atendem a esse critério, uma vez que foi observada a ausência desses grupos bacterianos nas análises realizadas em 100 ml de água.

Resultados distintos foram obtidos por Müller *et al.* (2022), que, em sua análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas em um município da região Sul do país, encontrou resultados positivos nas amostras. De forma semelhante, Barbosa *et al.* (2022), em sua análise microbiológica de poços artesianos em condomínios no município de Vitória da Conquista, BA, também evidenciou contaminação por coliformes. Ao comparar os estudos, observa-se que ambos foram realizados em locais com maior presença de fatores humanos, ao contrário de uma comunidade mais distante da zona urbana, como é o caso do distrito de Cachoeira. Isso reforça o que Lapworth *et al.* (2023) destacam sobre as alterações na qualidade da água, sendo impactadas tanto por contaminantes naturais quanto por poluentes introduzidos ou ativados por atividades humanas.

## CONCLUSÃO

Ao analisar as amostras, ficou evidente que os poços de número 1 e 2 não estão de acordo com o que é estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, uma vez que, em relação aos padrões químicos de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e STD, os poços não obtiveram resultados satisfatórios. O poço 1 apresentou um resultado satisfatório para a concentração de Na<sup>+</sup>, com 178,2 mg/L, valor esse próximo do limite máximo aceitável de 200 mg/L. No entanto, obteve resultados insatisfatórios para as concentrações de Cl<sup>-</sup> e de STD. O poço 2, por sua vez, apresentou resultados insatisfatórios para todos os três parâmetros mencionados. Ambos os poços apresentaram concentrações de STD duas vezes maiores do que o limite permitido pela Portaria.

Quanto às amostras coletadas dos poços 3, 4 e 5, estas apresentaram padrões de potabilidade adequados para o consumo, com todos os parâmetros físico-químicos avaliados nesses pontos atendendo aos limites estabelecidos na Portaria em vigor. A pesquisa de coliformes fecais e totais também se mostrou satisfatória para todos os poços analisados, indicando que não há contaminação fecal nas amostras.

Com base nos resultados obtidos, é essencial que a comunidade local que depende desses poços realize



análises semestrais da qualidade da água, garantindo maior confiabilidade e prevenindo potenciais riscos à saúde, tanto de ordem química quanto microbiológica. Essa prática pode ser incentivada por meio de campanhas educativas por parte dos órgãos de saúde, desta forma promovendo a informação à população sobre a importância do monitoramento contínuo da água consumida.

Além disso, é essencial que os órgãos públicos se envolvam mais ativamente na questão, implementando políticas públicas que assegurem o monitoramento contínuo da qualidade da água e promovam investimentos

em infraestrutura de saneamento básico. Tais políticas devem incluir a realização de auditorias regulares, apoio à educação sanitária e a promoção de alternativas sustentáveis para o tratamento e purificação da água.

Com a colaboração entre a comunidade e os órgãos governamentais, é possível garantir um fornecimento de água mais seguro, protegendo a saúde da população e assegurando o cumprimento dos padrões de potabilidade estabelecidos, promovendo, assim, uma melhor qualidade de vida para todos os habitantes da região.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 23. ed. Washington, D.C.: APHA, 2017.

BAGATINI, Marília; BONZANINI, Victória; OLIVEIRA, Eniz Conceição. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM POÇOS ARTESIANOS NA REGIÃO DE ROCA SALES, VALE DO TAQUARI. *Revista Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 14, n. 01, p. 84-91, jun. 2017.

BARBOSA, Elian Chaves *et al.* Análise físico-química e microbiológica da água de poços artesianos em condomínios no município de Vitória da Conquista – BA. *Research, Society And Development*, Vitória da Conquista, v. 11, n. 7, p. 1-10, jun. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30380>.

BRAGA, Erika de Almeida Sampaio *et al.* Classificação da água subterrânea com base nos sólidos totais dissolvidos estimado. *Águas Subterrâneas*, [S.L.], v. 35, n. 2, p. 1-7, 10 jul. 2021. Lepidus Tecnologia. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v35i2.30051>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914, de 12/2011**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e os padrões de qualidade das águas. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

DEUS, Franciny Oliveira; LATUF, Marcelo Oliveira. Usos dos recursos hídricos subterrâneos na Circunscrição Hidrográfica do Entorno do Reservatório de Furnas. *Sociedade & Natureza*, [S.L.], v. 34, n. 1, p. 1-15, 24 maio 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v34-2022-63520>.

FELIPPE, Miguel Fernandes; ALMEIDA NETO, José Oliveira de. Comparação de técnicas de obtenção de sólidos totais dissolvidos nas águas: contribuição para os estudos de desnudação geoquímica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 19-33, 2 jan. 2019. Revista Brasileira de Geomorfologia. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v20i1.1440>.

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, Rondônia, v. 6, n. 2, p. 49-64, jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.31072/rcf.v6i2.339>.



FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, Débora Cibele Alves *et al.* Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesanais da Zona Rural do Município de Tabira-PE. **Revista Multidisciplinar do Sertão**, Serra Talhada, v. 1, n. 4, p. 578-584, dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.37115/rms.v1i4.198>.

GOV.BR. **Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 de maio de 2021**. Diário Oficial da União, 4 maio 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: 19 jan. 2023.

JOKOSKI, Thyago Perin *et al.* ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA EM UMA AGROINDÚSTRIA DO OESTE DE SANTA CATARINA. **Uceff**, [s. l], v. 02, n. 01, p. 21-34, jan. 2018.

LAPWORTH, Dan *et al.* Groundwater quality: global challenges, emerging threats and novel approaches. **Hydrogeology Journal**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 15-18, 14 out. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10040-022-02542-0>.

LIMA, José Ossian Gadelha de; LOPES, Francisco das Chagas da Costa; LIMA, Jonas Rodrigues. Hidroquímica do carbonato e bicarbonato: efeito na qualidade de águas subterrâneas em crateús, Ceará, Brasil. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 540-549, 1 set. 2014. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1405>.

LIMA, Lucas Cardoso *et al.* Determinação da concentração de sólidos dissolvidos totais por meio da medição da condutividade elétrica. In: XLVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2017, 46., Maceió: Sbea, 2017. p. 1-4.

MAIA, Samara Aquino *et al.* Avaliação da qualidade da

água dos poços do aquífero alter do chão na comunidade agrícola Nova Esperança, Manaus-AM. In: FARIA, Karla Maria Silva de; TRINDADE, Silas Pereira. **Planejamento e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas**. Goiânia: C&A Alfa, 2021.

MANUAL de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p. 1.

MANUAL prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. Ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

MARTINS, Aline Loise; KATO, Lilian Akemi. Concepções prévias de produtores agroindustriais familiares sobre a qualidade de água obtida no Programa VIGIAGUA. **Revista Valore**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 417-427, 14 jun. 2018. Instituto de Cultura Técnica Sociedade Civil Ltda. DOI: <http://dx.doi.org/10.22408/rev312018100417-427>.

MORAIS, Reurysson Chagas de Sousa; ARAÚJO, Inessa Racine Gomes de. Análise espacial da concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) em águas subterrâneas da região Norte do Piauí. **Revista Equador (Ufpi)**, [s. l], v. 4, n. 4, p. 67-80, jun./dez. 2015.

MÜLLER, Ana Lúcia de Castilhos. Análise Físico-Química e Microbiológica da Água Subterrânea em um Município da Região Sul do Brasil. **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, Novo Hamburgo, p. 1-10, 2022.

MÜLLER, Ana Lúcia de Castilhos. Análise Físico-Química e Microbiológica da Água Subterrânea em um Município da Região Sul do Brasil. **Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, Novo Hamburgo, p. 1-10, 2022.

PERCEBON, Claudete Massuchin; BITTENCOURT, André Virmond Lima; ROSA FILHO, Ernani F. da. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, [S.L.], v. 56, p. 7-19, 30 jun. 2005. Universidade Federal do Paraná. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/geo.v56i0.4904>.



PONGELUPPE, Andrea Tavares *et al.* Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma Instituição De Ensino de Guarulhos. **Saúde**, [s. l], p. 05-09, mar. 2009.

QUEIROZ, Tadeu Miranda de; OLIVEIRA, Lizandra Carla Pereira de. Qualidade da água em comunidades quilombolas do Vão Grande, município de Barra do Bugres (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 173-180, fev. 2018. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018166375>.

SANTOS, Renata de Souza; MOH, Tainara. SAÚDE E QUALIDADE DA ÁGUA: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, [s. l], v. 24-25, n. 13, p. 46-53, jan./jun. 2013.

SILVA, Aldeni Barbosa da *et al.* Química ambiental: monitoramento físico-químico da água de um poço artesiano na cidade de Remígio-pb. **Águas Subterrâneas**, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 1-10, 18 ago. 2019. Lepidus Tecnologia. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v33i3.29583>.

SILVA, Iran Alves da *et al.* Study of *Escherichia coli*, EPEC, ETEC AND STEC, in water offered in schools in a municipality with low human development index in Maranhão State, Brazil. **Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [S.L.], v. 19, p. 1-8, 20 set. 2024. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.3002>.

SILVA, Neusely da *et al.* Total and thermotolerant coliforms and *Escherichia coli*. **Microbiological Examination Methods Of Food And Water**, [S.L.], p. 115-134, 13 nov. 2018. CRC Press. DOI: <http://dx.doi.org/10.1201/9781315165011-9>.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; FRANCO, Rafaela; ASSIS, Jéssica Maria Guimarães de. Análise preliminar da nova Portaria de potabilidade da água (PRT GM/MS Nº 888/2021). In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE

GESTÃO AMBIENTAL, 12., 2021. Salvador: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2021. p. 1-10.

SOUZA, Frank Pavan de *et al.* Qualidade da água de abastecimento da comunidade Tamarindo em Campos dos Goytacazes/RJ. **Exatas & Engenharias**, [S.L.], v. 5, n. 11, p. 1-16, 12 jun. 2015. Institutos Superiores de Ensino do Censa. DOI: <http://dx.doi.org/10.25242/885x5112015602>.

WHO. World Health Organization. **Guidelines for drinking water quality**. 4. ed. Geneva, WHO, 2011.

ZERWES, Cristian Mateus *et al.* Análise da qualidade da água de poços artesanais do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 04, p. 651, dez. 2015.

