

EDUCAÇÃO CIÊNCIA E SAÚDE  
<http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v11i2.659>

## ESTUDO ANALÍTICO DA QUALIDADE DE ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS APÓS PERCOLAÇÃO POR FILTROS TRADICIONAIS (DE BARRO)

Gabriel Leite Ferreira<sup>1</sup>, Kessiane Santos Neves<sup>1</sup>, Theo Álex Sousa dos Santos<sup>1</sup>, Denise Domingos da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

<sup>1</sup> Curso de Bacharelado em Farmácia, Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

<sup>1</sup> Licenciatura em Química, Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, Brasil.

<sup>2</sup> Prof<sup>a</sup> Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

Email para correspondência: gabriel.leite@estudante.ufcg.edu.br

### Resumo

A população do Município de Cuité-PB, residente nas zonas rurais utiliza-se de água proveniente de manancial subterrâneo extraída por meio de poços tubulares, e sem receber nenhum tratamento adequado para consumo humano. Dada a importância das águas subterrâneas para a população, o trabalho teve por objetivo fazer um estudo analítico das propriedades como; pH, turbidez, dureza total, teor de cloretos, alcalinidade, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos de alguns poços artesanais na zona rural, do município. Para melhorar a qualidade das águas foi utilizado o processo de percolação em filtros tradicionais de barro. O estudo analisou águas de abastecimento após passar por filtro contendo velas com carvão ativado, observando as características da matriz, seguindo o padrão da Portaria do Ministério da Saúde e a Portaria de Consolidação nº888/2021 comparando os resultados com os níveis permitidos para qualidade das águas. Os resultados indicaram que antes do tratamento algumas amostras se encontravam fora dos padrões estabelecidos e após o processo de tratamento as análises apontaram alterações significativas para os parâmetros avaliados, de modo que a água proveniente dos quatro poços analisados apresentou boa qualidade físico-química após o tratamento por filtros de barro, estando de acordo com as especificações apontadas pela legislação.

**Palavras-chave:** Água, Poços artesanais, Filtro de barro.

### Abstract / resumen / résumé

The population of the municipality of Cuité-PB, residing in rural areas, uses water from an underground source extracted through tubular wells, and without receiving any adequate

treatment for human consumption. Given the importance of groundwater for the population, the work aimed to carry out an analytical study of the properties such as; pH, turbidity, total hardness, chloride content, alkalinity, electrical conductivity, total dissolved solids of some artesian wells in the rural area of the municipality. To improve water quality, the percolation process in traditional clay filters was used. The study analyzed supply water after passing through a filter containing candles with activated carbon, observing the characteristics of the matrix, following the standard of the Ministry of Health Ordinance and Consolidation Ordinance No. 888/2021, comparing the results with the levels allowed for water quality. The results indicated that before treatment some samples were outside the established standards and after the treatment process the analyses did indicate significant changes to the parameters evaluated, so that the water from the four wells analyzed presented good physical-chemical quality after treatment with clay filters, being in accordance with the specifications indicated by the legislation.

**Keywords:** Water, Artesian wells, Clay filter.

## 1 Introdução

A água é o mais importante recurso natural do mundo e sem ela a vida não poderia existir. Contudo, apesar de todos os esforços para armazenar e diminuir seu consumo, a água está se tornando um bem escasso e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido (FREITAS, et al., 2001). A qualidade da água é um fator crucial para a saúde pública e o bem-estar das populações. Em muitas regiões, especialmente em áreas rurais e menos desenvolvidas, os poços artesianos representam uma fonte vital de água potável (Edmonds, J. M., & M. M. D. J., 2018). No entanto, a água proveniente desses poços pode ser contaminada por diversos poluentes ambientais oriundos de fontes antropogênicas como despejos domésticos, industriais, lixiviação de chorume de aterros sanitários, etc (Colvara *et al.*, 2009, Freitas *et al.*, 2001 apud Medeiros, *et al.*, 2016). Para garantir a potabilidade dessa água, são frequentemente utilizados filtros tradicionais, como os de barro, que têm sido empregados ao longo da história devido à sua eficácia e acessibilidade (SULTANAS, S., *et al.*, 2019).

O estudo analítico da qualidade da água de poços artesianos após sua percolação por filtros de barro é fundamental para compreender a eficácia desses métodos tradicionais de purificação. Os filtros de barro, com suas propriedades de filtração, porosidade e adsorção, desempenham um papel significativo na remoção de impurezas e contaminantes (APHA, AWWA, WEF. *et al.* 2020) no entanto, a eficácia desses filtros pode variar dependendo da composição e da carga de poluentes presentes na água.

Cuité é um município localizado no Agreste Paraibano, na região do Curimataú Ocidental, era abastecido sobretudo por águas oriundas do açude do Boqueirão

do Cais. As coordenadas geográficas do açude do Boqueirão do Cais, situado em Cuité, são 6°31'45" de latitude sul e 36°06'43" de longitude oeste.

Porém, a seca do açude em 2012 culminou na ausência hídrica que é um dos principais problemas que a população do município enfrenta ultimamente. A insuficiência de águas nessa região caracteriza-se principalmente pelas irregularidades das chuvas, pois o município de Cuité tem médias anuais de 29,75 mm ao ano de chuva com máxima de 65 mm em abril e mínima em outubro com 4 mm em 2024 pela má qualidade das águas disponíveis (Clima Tempo, 2024). Apesar da infraestrutura de saneamento básico oferecida na cidade, ainda é frequente o consumo de água advinda de mananciais subterrâneos, especialmente em residências particulares. Nestas residências, a água de origem subterrânea é utilizada principalmente para o consumo direto e para a realização de tarefas domésticas, sendo extraída, em sua maior parte, mediante a construção de poços tubulares.

Geralmente, esses poços são do tipo raso artesanal que extraem a água para o consumo com o uso de bombas d'água de pequeno porte. Tais poços são escavados manualmente sem qualquer normatização específica ou estudo prévio e sem acompanhamento por parte das autoridades competentes (Lantagne, D. S. 2021).

Além disso, a manutenção e a conservação destes poços são feitas, na maioria das vezes, sem qualquer observância da legislação em vigor e não há controle da qualidade físico-química e microbiológica da água obtida destes poços e destinada ao consumo humano (Jacks, G., & Nyberg, K., 2015).

Deste modo, o risco de contaminação destas águas, especialmente por esgoto doméstico, é muito elevado, principalmente porque nestas mesmas residências é frequente o uso de fossas sépticas artesanais perfuradas sem tratamento ou impermeabilização (Gosh, S. S., & Reddy, K. R., 2013). A contaminação da água subterrânea por produtos químicos orgânicos é um problema que causa grande preocupação (BAIRD, 2002). Atualmente sabe-se que vários fatores podem comprometer sua qualidade. O destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura representam fontes de contaminação das águas

subterrâneas por bactérias e vírus patogênicas, parasitas e substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA e ARAÚJO, 2003).

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade das águas de poços subterrâneos localizados na zona rural do município de Cuité-PB antes e após a percolação pelo filtro de barro. Para as análises físico-químicas foram coletadas amostras de águas de quatro poços, os parâmetros estudados foram pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, alcalinidade total, dureza total e cloretos.

É importante ressaltar que a realização deste trabalho apresenta relevância do ponto de vista social e da saúde pública, já que o consumo de água contaminada ou fora dos padrões de potabilidade especificados pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, pode trazer uma série de danos para a saúde. O consumo deste tipo de água pela população pode estar associado com uma série de doenças, tais como cólera, hepatite, leptospirose e diarreias, além de outros agravamentos à saúde. De acordo com o Ministério da Saúde, a falta de saneamento foi responsável, em 2018, por 487 mil internações e 533 mil procedimentos ambulatoriais. Globalmente, a ONU estima que, todos os anos, 297 mil crianças menores de cinco anos morrem de diarreia causada pelo consumo de água não tratada. Em muitos casos, essas doenças adquiridas podem evoluir para quadros clínicos delicados e até levar o indivíduo a óbito, caso não seja prontamente tratada.

## **2 Metodologia**

### **2.1 Área de estudo**

A área de estudo para essa pesquisa é no município de Cuité, que está situado no Nordeste Brasileiro, na região centro-oeste do estado da Paraíba, na mesorregião do Agreste Paraibano e na microrregião do Curimataú Ocidental, possuindo uma população de 20.334 habitantes conforme o último censo de 2020 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A cidade está localizada a 235 km de distância da capital João Pessoa e possui uma área territorial de 733,818 km<sup>2</sup> com densidade demográfica de 26,93 hab/km<sup>2</sup>, com latitude de -6° 29' 3,59" S e longitude de -36° 09' 15,00" W (IBGE, 2020).

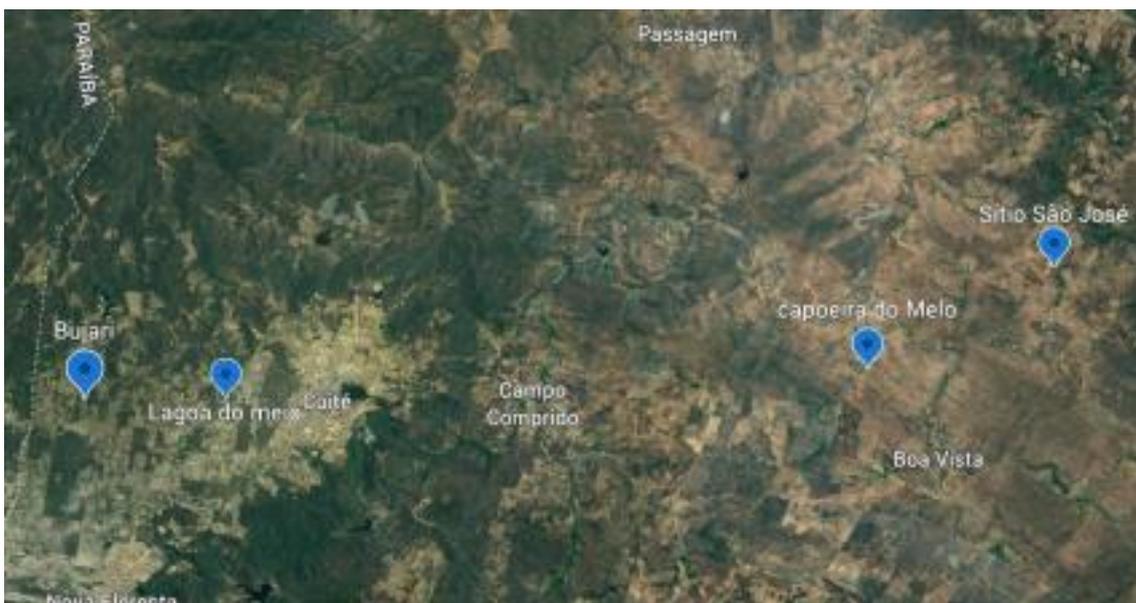
## 2.2 Determinação das propriedades físico-químicas das amostras

As análises foram realizadas no laboratório de estudos do bloco H e no laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental da do Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Cuité-PB. Para a análise das amostras foram utilizadas as metodologias recomendadas pelo Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013).

## 2.3 Amostragem e coleta das amostras

As amostras foram coletadas em 4 pontos que foram identificados como A, B, C, e D ( A: Bujari; B: Lagoa do Melo; C: São José; D: Capoeira). Em cada ponto foram coletadas 3 amostras. Em seguida foram armazenadas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com capacidade para 2,0L higienizadas, lavadas com a água em estudo, preenchidas e mantidas em refrigeração para assim preservar suas características físico-químicas. As amostras foram coletadas entre os meses setembro a novembro de 2023, sendo que a localização dos pontos no mapa pode ser observada na Figura 1.

**Figura 1: Localização dos pontos de coleta das amostras A, B, C e D.**



## 2.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada com o auxílio de um pHmetro pH 21- Hanna, previamente calibrado com soluções tampão ácido de  $(4,00 \pm 0,01)$  e neutro de  $(7,00 \pm 0,02)$  a uma temperatura entre 25 a 27°C (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021).

## 2.5 Turbidez

O parâmetro turbidez foi medido por um turbidímetro microprocessado digital modelo DLT-WV, calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU e 1000 NTU (Baird; Andrew; Rice, 2021).

## 2.6 Condutividade Elétrica

Utilizou-se um condutivímetro MS Tecnopon, previamente calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl)  $147,0 \pm 0,7 \mu\text{S/cm}$  e  $1408,0 \pm 7,0 \mu\text{S/cm}$  a uma temperatura padronizada de 25° C (Baird; Andrew; Rice, 2021).

## 2.7 Dureza Total

A dureza foi determinada por volumetria de complexação, utilizando o agente titulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) na concentração de 0,02 mol. L<sup>-1</sup> e como indicador o Negro de Eritocromo T, sendo a solução tamponada em pH  $\leq 10$  (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021; BRASIL, 2013).

## 2.8 Alcalinidade

Para a determinação de alcalinidade foi utilizado volumetria de neutralização com ácido sulfúrico (H<sup>2</sup>SO<sub>4</sub>) 0,1 M como agente titulante e solução indicadora alaranjado de metila 0,1 M. A reação de neutralização pode ser representada pela equação:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021; BRASIL, 2013).

## 2.9 Teor de Cloretos

Para determinação do teor de cloreto utilizou-se a volumetria de precipitação pelo método de Mohr, sendo o agente titulante Nitrato de Prata ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1 M, e o indicador Cromato de Potássio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) 0,1M. A reação de precipitação pode ser representada pelas seguintes equações:  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{AgCl} +$  (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021; BRASIL, 2013).

## 2.10 Sólidos Dissolvidos Totais

Nesse procedimento, foram feitas adaptações do método de Baird, Andrew e Rice (2021), em que os béqueres foram lavados e colocados numa estufa para secagem a uma temperatura de 100 °C, depois de secos, deixou-se esfriar a temperatura ambiente. Em seguida, utilizando uma balança analítica previamente calibrada, essas vidrarias foram pesadas e anotado seu peso inicial. Depois, em triplicata, foram adicionados 100 mL de cada amostra nos béqueres e levados a uma estufa de secagem modelo QUIMIS Q317M-23 a uma temperatura de 200 °C por aproximadamente 4h ou até completa evaporação da amostra. Por fim, os resíduos secos foram levados novamente a uma balança analítica para medir seu peso final, com o intuito de calcular os Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) em mg/L.

## 3 Resultados

### 3.1 Análise de pH, condutividade elétrica e turbidez

O pH pode ser considerado como um dos critérios mais influentes no tratamento de água, pois, essa medida pode estimular a proliferação de microrganismos e a disponibilidade de outros contaminantes nas matrizes aquosas (SAALIDONG, 2022). A condutividade elétrica da água pode ser definida como a capacidade de transmitir corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas, sendo estas dissociadas em ânions e cátions (LIRA, 2014). Além disso, conforme Holanda et al. (2021) a elevada condutividade elétrica da água evidencia que ela possui uma grande quantidade de sais dissolvidas, não sendo ideal para o consumo humano.

A turbidez refere-se à presença de materiais sólidos em suspensão, a exemplo de algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias como o zinco, ferro e areia, sendo resultantes de processos naturais ou de origem humana, como os dejetos industriais, que reduzem a sua transparência (BRASIL, 2013). Ademais, segundo Araújo e Andrade (2020), altas taxas de turbidez na água são sinais da presença de flocos pesados provenientes de matéria orgânica e erosão de rochas onde o poço está localizado, decantam rapidamente em comparação com as amostras de baixa turbidez.

**Tabela 1: Valores médios de pH, condutividade elétrica e turbidez das amostras provenientes dos poços artesanais.**

Poços	pH	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Turbidez (NTU)
A	6,46 $\pm$ 0,02	1.007 $\pm$ 6	1,1
B	8,18 $\pm$ 0,04	942,3 $\pm$ 8	1,3 $\pm$ 0,2
C	4,9 $\pm$ 0,1	1.012 $\pm$ 7	0,47 $\pm$ 0,1
D	7,90 $\pm$ 0,03	1.060 $\pm$ 3	0,61 $\pm$ 0,3
VPM	Não especificado	Não especificado	5 NTU

Fonte: Os autores, 2024

Na tabela 1, pode-se perceber que os valores médios de pH variaram entre 4,0 e 8,0. A Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011 recomendava que o pH da água estivesse mantido na faixa de 6,0 a 9,5. Sabe-se que a presença de contaminantes, como metais pesados, estrutura geológicas e capacidade de tamponamento tendem a exercer influência nessa medida (LAGHARI, et al. 2018).

Em relação à condutividade elétrica, a Portaria do Ministério da Saúde não especifica um valor máximo permitido para este parâmetro, no entanto, é possível notar que os poços que apresentaram maior valor de condutividade foram o A: Bujari (1007  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e o D: Capoeira (1060  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

No que se refere a turbidez, todas as amostras estavam dentro do valor máximo permitido de 5,0 NTU.

### 3.2 Análise de dureza total, teor de cloretos, alcalinidade e sólidos dissolvidos totais

A dureza total está relacionada com a concentração de cátions multivalentes em

solução aquosa (NOLASCO et al., 2020). Assim, é calculada pela soma das concentrações de íons cálcio e magnésio, expressos como mg/L de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) (BRASIL, 2013; WOODLEY et al., 2023).

O Cloro, na sua forma aniônica ( $\text{Cl}^-$ ), é um dos principais íons inorgânicos em águas naturais e residuais, sendo que o conhecimento do seu teor nas matrizes aquosas, fornece informações sobre o seu grau de mineralização ou sinais de poluição por meio de esgotos domésticos e despejos industriais (ZÜGE; VENDRAME, 2018). Dessa forma, o estudo desse parâmetro tem relevância, já que sua concentração é tida no padrão de potabilidade da água para abastecimento público e na categorização de corpos de água (NOLASCO et al., 2020).

A alcalinidade mensura a quantidade de sais alcalinos e estima a capacidade da matriz aquosa em neutralizar ácidos, sendo que teores elevados a tornam com sabor desagradável (ALVES et al., 2019).

Os sólidos totais dissolvidos estão relacionados à presença de sais inorgânicos e materiais em solução, em que a concentração destes é influenciada pela composição geológica na qual o corpo hídrico está inserido (BRAGA, 2021).

**Tabela 2: Valores médios de dureza total, alcalinidade, sólidos totais dissolvidos e teor de cloretos das amostras provenientes dos poços artesanais.**

Poços	Dureza total (mg/L de $\text{CaCO}_3$ )	Alcalinidade (mg/L)	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	teor de cloreto (mg/L)
A	1670±2,0	129,22±0,2	2,37±0,02	265,55
B	800±0	159,52±0,03	1,8±0,11	159,52±0,03
C	400,34±0,4	890,02±0,02	2,0±0,7	890,02±0,24
D	1.334±0,11	160,70±0,06	3,78±0,03	160,7±0,06
VPM	500	250	1000	250

Fonte: Os autores, 2024

Na análise da tabela 2, percebe-se que apenas a amostra C está dentro do limite permitido de 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . Sendo assim, a água denominada como “dura” afeta a população além de promover problemas de saúde como cálculos renais e doenças tóxicas (PRATO, 2021).

No que se refere ao teor de cloreto, as amostras A e C apresentaram-se fora do recomendado pelo Ministério da Saúde, em que apresentou um valor bem acima do estipulado pela portaria. Na avaliação da alcalinidade, a portaria não especifica um teor ideal, no entanto, sabe-se que a alcalinidade presente na água é majoritariamente devido a presença de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, (FRANÇA et al., 2019), sendo que as amostras tiveram variação entre 88 e 289. Em relação aos sólidos dissolvidos totais, percebe-se uma variação entre 1,8 e 3,78 mg/L, ficando dentro do padrão indicado pela portaria nº 888 do Ministério da Saúde de 1000mg/L.

### 3.3 Análise das propriedades físico-químicas pós-percolação pelo filtro

Os resultados do tratamento foram realizados com as amostras que apresentaram maior e menor grau de dureza após passagem no filtro de barro. As amostras A e B estão dispostas nas tabelas 3 e 4, respectivamente, indicando as medidas de pH, turbidez, condutividade, dureza total, cloreto, alcalinidade e sólidos totais dissolvidos.

**Tabela 3: Valores médios de algumas propriedades físico-químicas pós percolação com o filtro de barro na amostra A.**

Parâmetro	Antes da filtração	Pós-filtração	VMP
pH	6,46±0,02	7,87±0,03	Não especificado
Turbidez (NTU)	1,1±0	0,42±0,01	5 NTU
Condutividade (µS/cm)	1.007±6	223,57±1,5	Não especificado
Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	1670±1	1007±0,03	500
Teor de Cloreto (mg/L)	129,22±0,2	2,54±0,02	250
Alcalinidade (mg/L)	289,44±1,27	223,57±1,45	Não especificado
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	2,37±0,02	2,09±0,01	1000

Fonte: Os autores, 2024

Na análise da amostra A, foi observada uma pequena elevação do pH, acompanhada por uma redução na condutividade elétrica, no teor de cloreto e na dureza total. É importante destacar que, apesar da diminuição na dureza, esta não atingiu o Valor Máximo Permitido (VMP) estipulado pelo Anexo XX da PRC nº05/17, alterado pela Portaria 888/21 e pela Portaria nº 2472/21, o que indica uma necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água. A turbidez também apresentou uma redução significativa em todas as amostras, o que sugere uma qualidade da água filtrada, um fator crucial para a sua potabilidade.

Além disso, os sólidos dissolvidos totais demonstraram alterações relevantes, indicando uma modificação na composição química da água, que pode afetar tanto a saúde pública quanto o uso da água para atividades agrícolas e industriais. De acordo com o estudo "Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul" (PALUDO, 2017), os filtros tradicionais de barro emergem como uma solução prática e sustentável para o tratamento de água, oferecendo uma alternativa econômica, especialmente em regiões onde o acesso a tecnologias mais avançadas é limitado.

**Tabela 4: Valores médios de algumas propriedades físico-químicas pós percolação com o filtro de barro na amostra B.**

Parâmetro	Antes da filtração	Pós-filtração	VMP
pH	8,18±0,04	8,87±0,38	Não especificado
Turbidez (NTU)	1,3±0,2	0,38±0,24	5 NTU
Condutividade (µS/cm)	942,3±8,0	384,6±2,9	Não especificado
Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	800,7±0	641,7±1,0	500
Teor de Cloreto (mg/L)	159,52±0	5,228±0,02	250
Alcalinidade (mg/L)	206,66±11,54	200±0	Não especificado
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	1,78±0,11	1,19±1,19	1000

Fonte: Os autores, 2024

Na amostra B, os resultados demonstraram mudanças significativas após o tratamento. Observou-se um aumento no pH, enquanto a condutividade apresentou uma redução de 40,82%, indicando uma melhora nas características

da água. Embora a dureza total tenha diminuído, seu valor ainda excede o limite estabelecido pela Portaria, que é de 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , o que significa dizer que se esta amostra for repassada por outro sistema de filtro diminuirá ainda mais este valor. Além disso, houve uma diminuição de sólidos dissolvidos totais, mas a redução de teor de cloretos foi expressiva. Isto confirma a eficiência do uso de filtros de barro para populações carentes, que não têm acesso a uma água de melhor qualidade.

A considerável diminuição da turbidez é um resultado positivo, sugerindo uma melhoria na qualidade da água tratada. No estudo realizado por Caramello et al. (2022) com amostras de água do estado do Amapá-AP, foi constatado que a filtração, especialmente com o uso de filtro de barro, resultou em uma significativa melhoria na turbidez, alcançando um valor médio de 0,38 NTU em comparação à água da torneira residual.

Esses achados evidenciam a eficácia de métodos alternativos de tratamento e sua conformidade com os parâmetros estabelecidos no Anexo XX da PRC nº05/17, alterado pela Portaria 888/21 e pela Portaria nº 2472/21. Esses resultados ressaltam a importância do monitoramento contínuo e do ajuste nos processos de tratamento de água, assegurando a qualidade e a potabilidade da água consumida.

As análises dos parâmetros físico-químicos após a percolação com o filtro de barro nas amostras C e D encontram-se dispostas nas tabelas 5 e 6, respectivamente.

Com base nos dados obtidos, foi possível observar que o tratamento aplicado na matriz C resultou em uma elevação significativa do pH, porém dentro do valor estabelecido pela portaria do MS 2011. Esse resultado é consistente com o que foi encontrado por Spinelli et al. (2023), que, ao utilizar o filtro tradicional de barro, também identificou um aumento desse parâmetro nas amostras analisadas. A elevação do pH é um indicativo positivo, pois pode refletir uma melhoria nas condições químicas da água tratada.

Além da alteração no pH, na amostra C também foi registrada uma redução significativa nos sólidos totais dissolvidos. Essa diminuição é relevante, pois a presença excessiva de sólidos dissolvidos pode comprometer a qualidade da água, afetando tanto seu sabor quanto sua potabilidade. No que diz respeito à

condutividade elétrica e à dureza total, observou-se uma diminuição em ambos os parâmetros. A dureza, que anteriormente estava acima dos limites permitidos pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, agora se encontra dentro dos padrões estabelecidos. Isso é crucial, pois a dureza excessiva pode causar incrustações em tubulações e equipamentos, além de afetar o paladar da água. As demais propriedades físico químicas avaliadas também apresentaram resultados satisfatórios.

**Tabela 5: Valores médios de algumas propriedades físico-químicas pós percolação com o filtro de barro na amostra C.**

Parâmetro	Antes da filtração	Pós-filtração	VMP
pH	4,86±0,11	8,01±0,07	não especificado
Turbidez (NTU)	0,47±0,10	0,19±0	5 NTU
Condutividade (µS/cm)	1.012±7	401,27±0,8	não especificado
Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	600,52±0	400,34±0,4	500
Teor de Cloreto (mg/L)	890,02±0,02	11,93±0,002	250
Alcalinidade (mg/L)	88,66±11,56	60,00±0	não especificado
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	2,02±0,023	1,99±0,74	1000

Fonte: Os autores, 2024

Tanto a turbidez quanto o teor de cloreto mostraram-se reduzidos, permanecendo dentro dos Valores Máximos Permitidos (VMP) estabelecidos pela portaria vigente.

Na filtração da amostra D, observou-se um comportamento semelhante em relação ao pH, que apresentou uma elevação significativa, assim como uma diminuição na condutividade elétrica. Esses resultados indicam uma melhora nas características químicas da água tratada, o que é essencial para garantir sua potabilidade. Os resultados mais satisfatórios foram encontrados nos parâmetros de alcalinidade, condutividade e dureza total. A alcalinidade é um fator crítico, pois se refere à capacidade da água de neutralizar ácidos, contribuindo para a estabilidade do pH e a proteção contra a corrosão de tubulações. Mantê-la dentro de níveis adequados é fundamental para a qualidade da água, pois influencia diretamente na saúde dos consumidores.

**Tabela 6: Valores médios de algumas propriedades físico-químicas pós percolação com o filtro de barro na amostra D.**

Parâmetro	Antes da filtração	Pós-filtração	VPM
pH	7,9±0,03	8,6±0,01	Não especificado
Turbidez (NTU)	0,61±0,30	0,09±0	5 NTU
Condutividade (µS/cm)	1.060±3,60	408,23±2,89	Não especificado
Dureza Total (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	1.334±0,11	936,23±0	500
Teor de Cloreto (mg/L)	160,7±0,06	2,95	250
Alcalinidade (mg/L)	286,66±11,54	19,33±1,15	Não especificado
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	3,78±0,03	3,21±0,12	1000

Fonte: Os autores, 2024

Em relação aos sólidos, que correspondem a toda a matéria residual após evaporação, secagem ou calcinação da amostra em temperaturas e tempos pré estabelecidos, a amostra D apresentou uma diminuição satisfatória. Essa redução é especialmente relevante, pois a presença excessiva de sólidos dissolvidos pode impactar o sabor da água e comprometer sua potabilidade, além de causar problemas operacionais em sistemas de distribuição. Um estudo realizado por Martins (2022) analisou três pontos diferentes de amostras de água, obtendo valores de alcalinidade de 234,32 mg/L, 213,42 mg/L e 234,96 mg/L. Esses resultados são semelhantes aos observados na amostra D, sugerindo que a alcalinidade se mantém em níveis consistentes e adequados, refletindo a eficácia do tratamento aplicado.

Esses achados ressaltam a importância do tratamento utilizado na amostra D, que demonstrou um desempenho positivo em melhorar a qualidade da água em relação a parâmetros críticos. A combinação da redução dos sólidos, aliada ao aumento da alcalinidade e à diminuição da condutividade, reforça a eficácia das técnicas de filtração empregadas.

Por fim, esses dados podem servir como base para futuras pesquisas, ajudando a estabelecer diretrizes para o uso de filtros e outras tecnologias de purificação, contribuindo assim para um abastecimento de água mais seguro e

sustentável. A continuidade de estudos nesta área é vital para aprimorar as práticas de gestão hídrica e promover a saúde da população.

#### **4 Conclusão**

A análise da qualidade da água de poços artesianos, após a percolação por filtros tradicionais de barro apresentou resultados significativos que destacam tanto a eficácia desses filtros quanto a necessidade de um uso responsável e monitorado. Os dados obtidos indicaram uma redução considerável nos níveis de contaminantes em algumas amostras.

O filtro de barro demonstrou ser promissor para o tratamento de águas subterrâneas, especialmente em relação aos parâmetros de pH e dureza, que apresentaram melhorias significativas após o processo de percolação, adequando-se à PORTARIA DE CONSOLIDAÇÃO N° 5/2017. No entanto, alguns parâmetros analisados, como a turbidez, mostraram pequenas alterações e não se adequaram aos limites estabelecidos pela PORTARIA GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde. Embora os níveis de cloretos estejam dentro dos padrões exigidos, a média obtida após a percolação no filtro de barro foi insatisfatória. Apesar dessas limitações, as águas tratadas podem servir como uma fonte secundária de consumo para a população local.

A promoção de hábitos seguros de filtragem e consumo de água, aliados ao monitoramento adequado, será fundamental para assegurar a saúde e o bem-estar das comunidades que dependem dessa fonte alternativa de abastecimento hídrico. Dessa forma, investindo-se na conscientização e educação, podemos maximizar os benefícios proporcionados pelos filtros de barro e avançar na busca por água potável e segura para todos.

#### **5 Referências**

AHMED, M. F., & Tareq, S. M. (2020). \*Impact of traditional filtration on groundwater quality: A study of artesian wells\*. Water Research, 170, 115275. [<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115275>](<https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115275>)

APHA-AWWA-WPCF. American Public Health Association; American Water Work Association; Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Rodger, Andrew D. CLESCERI; American Public Health Association; 19th, edition, 2006.

ARAÚJO, E.P.- Eficiência do uso de filtros de barro para o tratamento da água utilizada para consumo humano em residências de Corrente-Pi. (Trabalho de Conclusão de Curso (artigo) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - CampusCorrente).

ARAÚJO, Douglas Cavalcante de -PB. A formação de mercado informais de água com alternativas ao colapso do abastecimento público em Cuité-PB 2022. 120 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional - PPGDR) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

ANDIA, J. P.M. - Remoção de boro de água e efluentes de petróleo por adsorção - Capítulo4  
Adsorção. Tese- PUC- (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO - PUC- RIO) Rio Certificação Digital nº0412179.

BAIRD, R. B.; ANDREW, D. E.; RICE, E. W. (Ed). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC: American Public Health Association, 2012.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água / Fundação Nacional de Saúde – 4. ed. – Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Agência Nacional das Águas. A História do Uso da Água no Brasil: Do Descobrimento ao Século XX.

Brasília: Editora Athalaia, 2007. Disponível em:

[http://historiadaagua.ana.gov.br/livro\\_historia\\_agua.pdf](http://historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf). Acesso em: 15 set. 2024.

BRITO, K. P. Qualidade da água de poços artesianos das comunidades rurais Aroeiras e Pau Ferro em São José de Piranhas-PB. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Centro de Formação de Professores, Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, Paraíba, Brasil, 2019.

BELLINGIERI, Júlio César. Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo. Anais do Museu Paulista. São Paulo. N. Sér. v.12. p. 161- 191. 2004.

CAPUCCI, Egmont et. al. Poços Tubulares e Outras Captações de Águas Subterrâneas-Orientação aos Usuários. Rio de Janeiro: SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2001.

CETESB.SP, Águas interiores- O problema da escassez no mundo, 2005.

CAMELLO, N.; FURTADO, M. S.; RODRIGUES, A. B... Monitoramento da qualidade de água residencial e in natura para análise de tratamento alternativo, Amapá, Brasil.

Natural Resources, v.12, n.2, p. 107-122, 2022.

Clima Tempo. Climatologia e Histórico da Previsão do Tempo. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/5885/cuite-pb>. Acesso em: 31 dez 2024.

Colvara, J. G; Lima, A. S; Silva, W. P. Avaliação da contaminação de água subterrânea em poços artesianos no sul do Rio Grande do Sul. *Braz. J. Food Technol* 2009; II SSA:11-14.

DINIZ, Ítalo Felipe da Silva; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE MATRIZES AQUOSAS PROVENIENTES DE CHAFARIZES DO MUNICÍPIO DE CUITÉ-PB.

FERREIRA, A. N. P. et al. Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido.

FERNANDES, C.V; MISAEL, C.G.A.; CHAVES, F.J.F; SANTOS, J.S.B.;CAVALCANTE, J.N.A.; VASCONCELOS, S.F. Estudo da qualidade das águas processadas em filtros de barrotradicionais contrapondo os filtros modernos. ERQ. 5º Encontro Regional de Química & 4º Encontro Nacional de Química. Blucher Chemistry Proceedings - novembro de 2015, Volume 3, Número

Freitas, M. B; Brilhante, O. M; Almeida, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad Saude Publica* 2001; 17(3):651-660.

FUNDAJ, ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: O QUE É E QUAL A IMPORTÂNCIA?  
Publicado em 2020.

GLOBO REPÓRTER, Filtro de barro invenção brasileira, e um dos melhores do mundo.

<https://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2017/06/filtro-de-barro-invencao-brasileira-e-um>

dos-melhores-do-mundo.html. Acessado 10 de setembro de 2024

GOOGLE MAPS. Região de Cuité- Paraíba. [S.l]: Google Maps: 2023. Escala 1:200. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 27 set. 2024.

HOLANDA, L. M. M. et al. Utilização do kit móvel de análise de água como

ferramenta de ensino para conteúdo de Química do 2ºANO do ensino médio. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 6178-6191, 2021.

Hospital Santa Rita, 2020. Entenda os riscos da água contaminada para a saúde. Disponível em: [Hospital Santa Rita - Entenda os riscos da água contaminada para a saúde](#). Acesso em: 31 dez 2024.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2024.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cuite/panorama>. Acesso em: 15 set. 2024.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=destaques>. Acesso em: 15 set. 2024.

LAMARH, A importância da Água. Disponível: site: <https://lamarh.icb.ufg.br/n/26522-a-importancia-da-agua>. Acessado 15 de setembro de 2024.

MEDEIROS, Adelson Campelo; LIMA, Marcelo de Oliveira; GUIMARÃES, Raphael Mendonça. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 695-708, mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015213.26572015>.

MENDONÇA, C.; Benefícios de um recurso fundamental para a manutenção da vida-(2019 atualizado pela última vez em 17/07/2020).

MINISTÉRIO DA SAÚDE, SECRETARIA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE COORDENAÇÃO-GERAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE AMBIENTAL - Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde manual para os responsáveis pela vigilância e controle - Brasília-DF (2006).

Ministério do Meio Ambiente, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Petrobras, Brasília, DF, 2007. GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa

social. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

NOLASCO, G. M. et al. 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/MG*, v. 2, n. 2, p. 52-64, 2020.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf>. Acesso em: 6 de setembro de 2024.

SPINELLI, Brígida Emanuelli Silva.

Avaliação da qualidade de águas de poços artesianos após percolação por filtro de barro. / Brígida Emanuelli Silva Spinelli.- Cuité, 2023. 56 f.: il. color.

VANHELLEMONT, Q. Daily metre-scale mapping of water turbidity using CubeSat imagery. *Optics express*, v. 27, n. 20, p. A1372-A1399, 2019.

WOODLEY, A. et al. Impacts of water hardness and road deicing salt on zooplankton survival and reproduction. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 2975, 2023.

## **6 Agradecimentos**

Agradeço ao programa CNPQ/PROPEX/PIBIC e FAPESQ-PB, pelo apoio financeiro concedido para a realização deste estudo.