



EDUCAÇÃO CIÊNCIA E SAÚDE
<http://dx.doi.org/10.20438/ecs.v11i2.657>

ESTUDO ANALÍTICO DE MATRIZES AQUOSAS COM ADSORVENTE NATURAL (CORTIÇA) APLICANDO CROMATOGRAFIA EM COLUNA E CARTUCHO (SPE)

Kessiane Santos Neves¹, Gabriela Silva Fialho¹, Gabriel Leite Ferreira¹, Denise Domingos da Silva²

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

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

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

² Profª Unidade Acadêmica de Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, PB, Brasil.

Email para correspondência: kessiane.santos@estudante.ufcg.edu.br

Resumo

A água é extremamente importante para todas as formas de vida no planeta, porém em algumas regiões esse recurso não se encontra em quantidades abundantes, como é o caso do Nordeste. Devido à escassez de chuvas a população busca outras fontes de água, no entanto nem sempre estão próprias para consumo, a exemplo das águas subterrâneas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da água proveniente de poços artesianos da cidade de Nova Floresta-PB, além de propor um tratamento aplicando cromatografia preparativa (adsorção) e extração em fase sólida com cartucho (SPE) adaptados, utilizando o adsorvente natural (cortiça). Foram avaliadas as propriedades físico-químicas como; pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza, teor de cloretos, alcalinidade e sólidos totais dissolvidos. Os resultados de cada parâmetro físico-químico foram comparados com os valores estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde N 888/2021. Após todas as análises verificou-se que as águas dos pontos B e C não estão de acordo com a Portaria, além disso, concluiu-se que o adsorvente natural (cortiça) possibilitou resultados promissores no tratamento das amostras. Dessa forma, as águas do município de Nova Floresta-PB coletadas para esta pesquisa não estão de acordo com os requisitos de qualidade de água do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Água, Adsorvente Natural, Ministério da Saúde.

Abstract / resumen / résumé

Water is essential for all life forms, yet regions like the Northeast face significant scarcity. In Nova Floresta-PB, residents often rely on alternative sources like groundwater due to insufficient rainfall. However, this water may not be safe for consumption. This study evaluates the quality of water from artesian wells in the area and explores treatment methods using preparative chromatography (adsorption) and solid-phase extraction (SPE) with a natural adsorbent: cork. We assessed various physicochemical properties, including pH, electrical

conductivity, turbidity, hardness, chloride content, alkalinity, and total dissolved solids. The results were compared to standards established by the Ministry of Health Ordinance N 888/2021. Our findings revealed that samples from points B and C did not meet these quality standards, raising serious concerns about their safety for residents. Nonetheless, the use of cork as a natural adsorbent showed promising results in improving water quality. This research underscores the urgent need for effective treatment solutions in water-scarce regions, ensuring safe drinking water access for residents and promoting better health outcomes in affected communities. Improved water quality is vital for sustainability and public health in these vulnerable areas, highlighting the significance of this study for local well-being and resilience in the face of challenges.

Keywords: Water, Natural Adsorbent, Ministry of Health.

1 Introdução

A água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário. (Gomes, 2011).

A água cobre cerca de 70% da superfície da Terra. Mais de 97% da água do planeta é água salgada e está nos oceanos e mares. Não serve nem para uso industrial. A água doce representa apenas 3% da água total, cerca de 2% da água doce estão congeladas nos círculos polares, os quais cobrem 10% da superfície da Terra, e somente 0,6% da água doce está disponível diretamente para o consumo humano.

Destes 0,6%, 97% correspondem a águas subterrâneas e apenas 3% apresentam-se na forma de água superficial nos lagos e rios de extração mais fácil. (MENEZES et al., 2011, p.2)

Como a água potável, que é aquela adequada para o uso humano não está disponível em uma grande quantidade em algumas regiões como o nordeste, em decorrência da escassez de chuvas e de seu uso irracional por parte das pessoas, se faz necessário buscar alternativas para suprir a necessidade deste recurso vital, como os poços subterrâneos.

Essa água subterrânea constitui, em muitas regiões, a principal forma de aproveitamento pelo homem, senão a única. Como exemplo podemos citar a cidade de Nova Floresta, no Estado da Paraíba, onde os moradores utilizam águas provenientes de poços subterrâneos para o consumo diário. No entanto, estas águas também estão sujeitas a contaminação, que podem ser causadas por efluentes domésticos (fossas sépticas) e industriais, lixões e aterros

sanitários e poços mal construídos (ALKHASHMAN, 2007; JAMEEL e HUSSAIN, 2011; BABA e TAYFUR, 2011).

Nesse sentido, a cortiça, que é um adsorvente natural, tem sido utilizado no desenvolvimento de metodologias analíticas no tratamento dessas águas subterrâneas, por apresentar vantagens como o seu baixo custo e por ser um material que não agride o meio ambiente, além de ser eficiente na remoção de materiais poluentes presentes em matrizes aquosas.

2 Metodologia

Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Nova Floresta-PB. De acordo com dados do (IBGE, 2022), a cidade possui uma área territorial de 47,572 km², estando inserida na região do Curimataú ocidental no agreste paraibano e com uma população de 9.724 pessoas. O acesso a água da cidade se dá por meio de reservatórios públicos municipais e poços subterrâneos. Foram coletadas quatro amostras de quatro locais diferentes da cidade para realizar as análises.

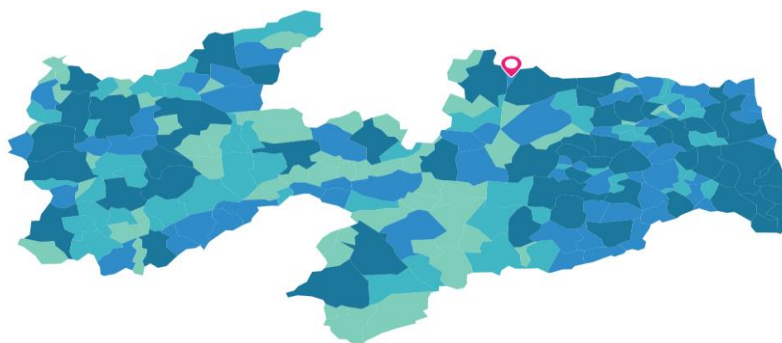


Figura 1: Localização do município de Cuité no Estado da Paraíba

Fonte: Google imagens, 2023.

Determinação das propriedades físico-químicas das amostras

Todas as análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental e no Laboratório de Química Analítica da Universidade Federal de Campina Grande-Centro de Educação e Saúde,

Centro Educação e Saúde (CES), na cidade de Cuité-PB. Foram analisados os seguintes parâmetros: pH, condutividade elétrica, turbidez, teor de cloretos, dureza total, alcalinidade e sólidos dissolvidos totais. Para a determinação das propriedades físico-químicas seguiu-se as metodologias descritas no Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA).

Após todas as análises, foram calculados média e desvio-padrões de cada medida, os quais foram organizados em tabelas para comparação com os valores máximos permitidos (VMPs) da Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde.

Amostragem e coleta das amostras

Inicialmente foram coletadas amostras da água da cidade de Nova Floresta, sendo quatro pontos contendo três amostras cada um. Essas águas foram armazenadas em garrafas de poli tereftalato de etileno (PET) e depois armazenadas em um refrigerador. As amostras do ponto A foram coletadas em uma residência no bairro Maria Faustino, rua 31 de março, número 555; o ponto B, bairro centro, rua 31 de março; às amostras do ponto C são de um reservatório comunitário da cidade bairro centro, rua Duque de Caxias; e o ponto D foi de outro reservatório comunitário localizado na rua São Severino, ao lado da prefeitura municipal.

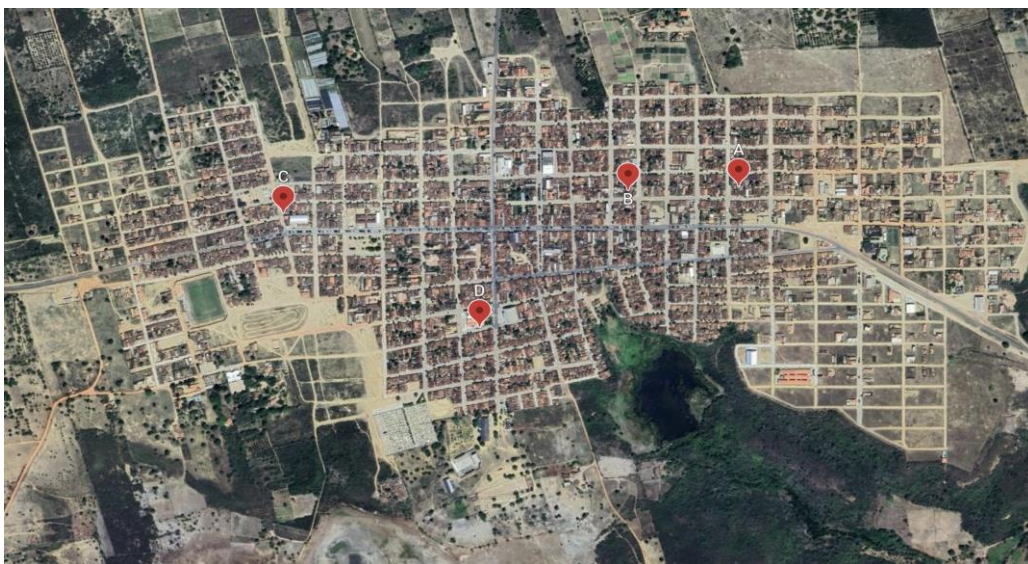


Figura 2: Localização dos pontos de coleta das amostras A, B, C e D.

Fonte: Google Maps, 2023.

Potencial hidrogeniônico

Para analisar o pH das amostras foi utilizado um potenciômetro peagâmetro pH 21-Hanna, previamente calibrado com as soluções tampão-ácido de $4,01 \pm 0,01$ e básico de $7,01 \pm 0,01$.

Condutividade elétrica

Para medir a condutividade das amostras de água foi utilizado o condutivímetro modelo mCA-150/Mca-150P microprocessado calibrado com solução padrão de cloreto de potássio (KCl) $146,9 \mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C .

Turbidez

A análise da turbidez das amostras utilizando um turbidímetro TB1000, calibrado com soluções padrões de 0,1 NTU, 0,8 NTU, 8 NTU, 80 NTU E 1000 NTU.

Teor de cloretos

Para analisar o teor de cloretos foi utilizada volumetria de precipitação pelo método de Mohr, usando o Nitrato de Prata (AgNO_3) 0,1 M como agente titulante e o Cromato de Potássio (K_2CrO_4) como indicador.

Dureza total

Para determinar a dureza total foi feita uma volumetria de complexação, utilizando o EDTA 0,01 mol/L-1 como agente titulante, o Negro de Eriocromo T como indicador, e tampão pH 10.

Alcalinidade

Para a determinação de alcalinidade foi utilizado volumetria de neutralização com ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,1 mol/L como agente titulante e solução indicadora alaranjado de metila 0,1mol/L (BAIRD; ANDREW; RICE, 2021; BRASIL, 2013).

Sólidos Dissolvidos Totais

Para determinar os Sólidos Dissolvidos Totais das amostras de água, 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 no béquer 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:

$$\text{SDT (mg/L)} = \frac{(P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}})}{\text{volume da amostra (mL)}} \times 1000$$

Aquisição do adsorvente natural

O adsorvente utilizado para realização do tratamento das amostras foi a cortiça proveniente das rolhas usadas nas garrafas de vinho, que frequentemente são descartadas pela população. A cortiça é proveniente da casca de uma espécie chamada Sobreiro (*Quercus Suber*) que produz uns tecidos vegetais constituídos em sua maioria em células suberizadas, as quais são impermeáveis e resistentes a vários agentes externos (LEITE, 2016). O material foi cortado manualmente em pedaços menores e depois triturado no liquidificador da marca MUNDIAL.

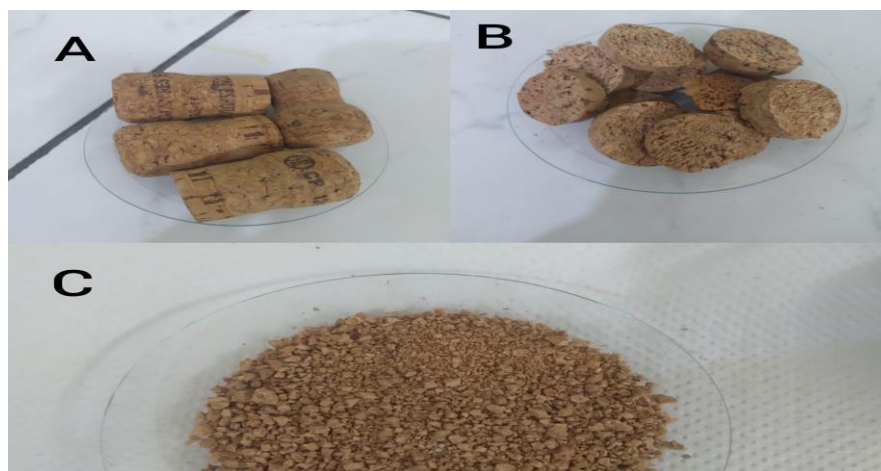


Figura 3: (A) Cortiças coletadas; (B) Cortiças cortadas e (C) Cortiças processadas no liquidificador;

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Análise granulométrica

A análise granulométrica foi realizada por meio de agitação utilizando uma máquina de Rot-up contendo 6 peneiras com malhas de: 2mm; 1mm; 500 μ m; 250 μ m; 125 μ m; 53 μ m; Para esta pesquisa, utilizou-se a cortiça com dois tipos de granulometria de diâmetro intermediário, sendo respectivamente a de 500 μ m e 250 μ m.



Figura 4: Equipamento para análise granulométrica, Rot-up.

Fonte: Google imagens, 2024.

Tratamento com adsorventes naturais

Para realizar o procedimento de cromatografia em coluna com o adsorvente natural utilizou-se adaptações do método descrito por Filho, *et al.* (2019). Foram escolhidas, dentre os 4 tipos de amostra de água, as intermediárias que são as do ponto B, por ter apresentado uma dureza bem elevada de 510 mg/L de CaCO₃ e C que apresentou a menor dureza de 145 mg/L de CaCO₃ entre todas as amostras. Em um béquer aproximadamente 3,0 g da cortiça em uma balança de precisão. Logo após, foi adicionada uma pequena quantidade de água destilada ao béquer para umedecer o adsorvente.

Em seguida, a cortiça foi sendo colocada, aos poucos, em uma bureta de 25 ml contendo algodão na parte inferior para realizar o processo de empacotamento. Depois de realizar o empacotamento da coluna, foi adicionada

água destilada pelo adsorvente até que ficasse límpida. Em seguida, a amostra do ponto B foi adicionada a coluna, aos poucos, para ocorrer a adsorção.

Essa primeira água coletada foi descartada, e apenas a água da segunda adsorção foi coletada para análise. Seguiu-se o mesmo procedimento para a amostra do ponto C. Após a percolação das amostras pelo tratamento com o adsorvente natural, foram analisados os parâmetros de pH, condutividade elétrica, turbidez, dureza, teor de cloretos, alcalinidade e sólidos totais dissolvidos. Já na cromatografia em cartucho foram empregadas adaptações do método descrito por Caldas, *et al*, (2011), e apenas as amostras do ponto B foram escolhidas para passar por essa técnica, uma vez que foi a amostra aquosa que apresentou a maior dureza.

A SPE emprega cartuchos recheados com adsorventes sólidos, modificados ou não, que possibilitam um mecanismo de retenção semelhante ao observado em uma coluna de cromatografia líquida. Dentre esses mecanismos estão a adsorção, a partição, a troca iônica, a exclusão por tamanho e a bioafinidade. A execução da técnica de SPE consiste em quatro etapas, sendo elas (i) o condicionamento do cartucho, (ii) a permeação da amostra, (iii) a limpeza do cartucho para eliminar os interferentes menos retidos que os analitos (etapa opcional) e (iv) a eluição dos compostos de interesse (SANSON, A. L. *et al*, 2014).

As amostras dos pontos B foram percoladas por um cartucho (SPE – solid phase Extraction) contendo algodão na parte inferior do cartucho e o adsorvente completando o volume do cartucho. Após a segunda passagem pelo adsorvente, as amostras foram coletadas para análises dos parâmetros físico-químicos de pH, dureza e teor de cloretos.

3 Resultados

Análise de pH, condutividade elétrica e turbidez

As amostras de todos os pontos apresentaram um teor ácido, conforme mostram os dados da tabela 1. Logo, como ambas as amostras tiveram o pH entre 4 e 5,1, se encontram fora do valor permitido pelo MS, de acordo com a portaria GM/MS Número 888 de 4 de maio de 2021, que estabelece que os valores de pH devem ser entre 6 e 9. Já em um estudo feito por MEDEIROS, F.

et al. 2020, na cidade de Taperoá-Pb, os valores de pH tiveram um caráter mais alcalino variando de 7,56 a 8,59.

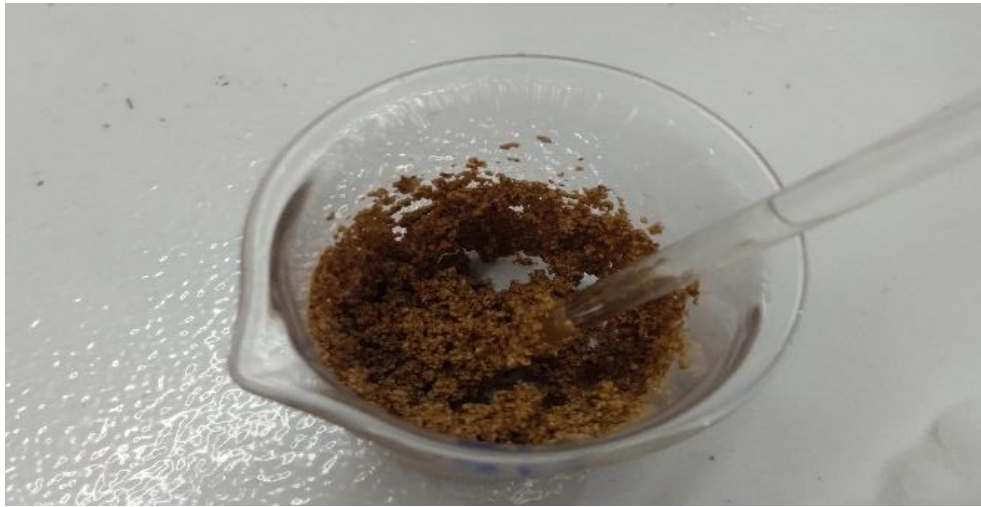


Figura 5: Preparação do adsorvente

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Na análise da condutividade elétrica, as amostras A (437,6) e B (434,0) tiveram suas médias um pouco próximas e uma maior condutividade quando comparadas às amostras C e D. No caso da condutividade elétrica, o Ministério da Saúde não estabelece um valor padrão. E na pesquisa feita por MEDEIROS, F. et al. 2020, os valores apresentados foram bem diferentes dos resultados da presente pesquisa, pois a maioria foram bem mais baixos.

Já na análise da turbidez observou-se que todas as amostras apresentaram resultados positivos, pois todas as amostras de água apresentaram valores menores do que é aceito pelo Ministério da Saúde, que é 5,0 NTU, conforme a portaria GM/MS Número 888 de 4 de maio de 2021. Na pesquisa realizada por MEDEIROS, F. et al. 2020, o parâmetro de turbidez foi maior comparando com os resultados desta pesquisa, porém se enquadram dentro do valor máximo estabelecido pelo Ministério da Saúde que é de 5,0 NTU.

A dureza é a característica dada à água por apresentar sais de metais alcalinos terrosos como o cálcio e magnésio, indicando a concentração de cátions multivalentes na água (LIBÂNIO, 2010). Para a dureza total (mg/L de CaCO_3), observou-se que apenas o ponto C está de acordo com a Portaria N° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece um valor de 300 mg/L para

a água, enquanto os pontos A, B e D estão com valores muito elevados para dureza total (Tabela 2). Foram obtidos valores entre 145 e 513 para dureza total. Já no estudo feito por MEDEIROS, F. et al. 2020, duas amostras se encontram de acordo com o valor estabelecido pelo Ministério da Saúde para dureza da água, enquanto as demais amostras estão acima do valor permitido, variando de 700 a 2.263 mg/L de CaCO₃.

Tabela 1: Valores médios de pH, condutividade elétrica e turbidez das águas provenientes de Nova Floresta-PB.

Amostras	pH	Condutividade elétrica (µS/cm)	Turbidez (NTU)
A	4,24±0,03	437,6±6,7	0,163±0,012
B	4,34±0,03	434,0±3,5	0,09±0
C	4,91±0,10	331,2±16,2	0,08±0
D	5,09±0,02	364,0±0	0,077±0,09
VMP	6 a 9	Não especificado	5,0 NTU

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

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

O teor de cloretos das águas tem por finalidade obter informações sobre o seu grau de mineralização ou indícios de poluição (MACÊDO, 2001; ALVES, 2010). O cloro, na forma de íon cloreto (Cl⁻), é um dos principais ânions inorgânicos em águas naturais e residuais. O cloro é um produto químico altamente tóxico e venenoso ao ser humano, principalmente quando disposto em grandes concentrações ou até mesmo quando existe uma exposição prolongada em pequenas concentrações, ele é utilizado para a eliminação de bactérias, vírus e germes (ZÜGE; VENDRAME, 2018). Nesta pesquisa, foram obtidos valores baixos de 0,99 a 1,3 e que não ultrapassam o valor máximo permitido pelo Ministério da Saúde, que estabelece 250 mg/L de cloretos de acordo com a portaria N° 2.914 de 2011. Quando se compara estes resultados com os da pesquisa de MEDEIROS, F. et al. 2020, percebe-se foram encontrados valores que, por mais que também sejam baixos, variando entre 0,48 e 392 mg/L de cloretos, foram maiores que os da presente pesquisa.

A alcalinidade é uma medida da capacidade que as águas têm de neutralizar ácidos. Esta capacidade é devida à presença de sais de ácidos fracos e álcalis cáusticos livres. Os principais responsáveis pela alcalinidade em águas são os íons bicarbonato, carbonato e hidroxila (MATIAS, 2019).

Em relação a alcalinidade das amostras, observando a tabela 2, percebe-se que os valores foram significativamente baixos, variando de 2,66 a 4 mg/L. Estes resultados não são positivos, tendo em vista que, conforme dados da Funasa, 2014, baixos valores de alcalinidade podem dificultar a saturação da água pelo carbonato de cálcio – CaCO_3 , o qual previne a corrosão nas partes metálicas do sistema de abastecimento.

De acordo com a literatura, os resultados diferem da pesquisa realizada por Medeiros Filho et al. (2020), na qual as amostras de água dos municípios de Damião-PB e Taperoá-PB tiveram valores de alcalinidade maiores, de 14,67 a 78,94 mg/L e de 159,60 a 326,70 mg/L respectivamente.

Os sólidos totais dissolvidos na água consistem de sais inorgânicos e materiais dissolvidos que geralmente compõem 95% ou mais do peso de sólidos totais na água (BRAGA, *et al*, 2021). Com relação aos sólidos totais, observaram-se valores que variam de 2,284 mg/L a 2,827 mg/L. Estas amostras se encontram de acordo com o Ministério da Saúde, pois a portaria nº 888 do Ministério da Saúde estabelece um valor de 500 mg/L para sólidos totais dissolvidos.

Tabela 2: Valores médios de dureza total, teor de cloretos, alcalinidade e sólidos totais dissolvidos das águas provenientes de Nova Floresta-PB.

Amostras	Dureza (mg/L de CaCO_3)	Teor de Cloretos (mg/L)	Alcalinidade (mg/L)	Sólidos totais dissolvidos (mg/L)
A	343±11,55	1,17±0,04	3,30±1,15	2,284±0,066
B	510±13,94	0,99±0	2,66±1,15	2,494±0,037
C	145±5,00	0,4±0,2	4±0	0,382±0,298
D	513±15,28	1,3±0,2	3±1	2,827±0,087
VMP	300	250	Não especificado	500

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Análise das propriedades físico-químicas Pós-adsorção

Os resultados do tratamento com o adsorvente natural (cortiça) foram utilizados para as amostras nas matrizes B e C estão organizados, respectivamente, nas tabelas 3 e 4. Após o tratamento com cromatografia em coluna com o adsorvente natural na amostra B, foi perceptível um pequeno aumento do pH porém este valor ainda não se encontra em acordo com o valor de (6 a 9)para pH estabelecido pela portaria GM/MS N. 888 de 4 de maio de 2021.

Também se observou um pequeno aumento no parâmetro de turbidez, mas sem exceder o valor de 5 NTU da mesma portaria do Ministério da Saúde. Na pesquisa de Medeiros Filho et al. (2020) ele também percebeu um aumento da turbidez das amostras quando adsorventes naturais são utilizados para tratamento de águas. Por outro lado, houve diminuição nos parâmetros de condutividade elétrica, dureza total, teor de cloretos e alcalinidade, sendo este último parâmetro em concentrações baixas.

Tabela 3: Valores médios das propriedades físico-químicas pós-adsorção com a cortiça na matriz B.

Amostra B			
Parâmetro	Antes da adsorção	Pós-adsorção	VMP
pH	4,34±0,03	4,97±0,05	6 a 9
Condutividade (µS/cm)	434,0±3,545	247,4±2,4	Não especificado
Turbidez (NTU)	0,09±0	0,683±0,374	5,0
Dureza(mg/L de CaCO ₃)	510,44±13,94	7,473±0,305	300
Cloretos(mg/L)	0,99±0	0,89±2,0	250
Alcalinidade(mg/L)	2,66±1,15	0,2±0	Não especificado
Sólidos totais dissolvidos(mg/L)	2,494±0,037	2,0±0,2	500

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Conforme os dados apresentados na tabela 4, após a adsorção com a cortiça, houve um aumento maior no pH na matriz C (5,31) em comparação com a matriz B (4,97). No entanto, as amostras do ponto C também vão de encontro

ao valor adequado de pH estabelecido pelo Ministério da Saúde na portaria GM/MS Número 888 de 4 de maio de 2021, que é de 6 a 9.

Além disso, nota-se diminuição da condutividade, dureza total, alcalinidade em concentrações baixas, assim como na amostra B, uma pequena diminuição do teor de cloretos. Em contrapartida, com relação ao parâmetro de dureza total os resultados diferem dos apresentados por Medeiros Filho et al. (2020), uma vez que as análises por cromatografia em coluna mostraram pequena redução da dureza total de amostras de águas de abastecimento do município de Damião – PB, devido ao adsorvente ter apresentado alguns obstáculos, como baixa densidade a várias fases estacionárias.

Tabela 4: Valores médios das propriedades físico-químicas pós-adsorção coma cortiça na matriz C.

Amostra C			
Parâmetro	Antes da adsorção	Pós-adsorção	VMP
pH	4,91±0,10	5,31±0,07	6 a 9
Condutividade (µS/cm)	331,2±16,184	215,3±2,5	Não especificado
Turbidez (NTU)	0,08±0,008	0,67±0,2	5,0
Dureza(mg/L de CaCO ₃)	145,±5,00	2,401±0,693	300
Cloretos(mg/L)	0,4±0,2	0,342±0,792	250
Alcalinidade(mg/L)	4±0	0,1±0	Não especificado
Sólidos totais dissolvidos(mg/L)	0,382±0,298	0,79±0,22	500

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Análise das propriedades físico-químicas Pós-adsorção com cromatografia em cartucho (SPE)

Após a realização do tratamento das matrizes B e C com cromatografia em coluna, realizou-se cromatografia em cartucho, porém apenas com a matriz B, que foi a que apresentou uma maior dureza, utilizando o mesmo adsorvente

natural (cortiça) para posterior comparação. As medidas dos parâmetros de pH, dureza e teor de cloretos estão inseridas na tabela 5.

De acordo com a tabela 5, podemos constatar que com a cromatografia em cartucho na matriz B houve um aumento maior do pH em relação a cromatografia em coluna, porém o valor de dureza total teve um desvio-padrão bastante elevado. Dessa forma, a cromatografia em coluna foi uma técnica mais eficiente, uma vez que proporcionou uma diminuição significativa da dureza total da matriz B.

Tabela 5: Valores médios de algumas propriedades físico-químicas pós-adsorção com cromatografia em cartucho (SPE) na matriz B.

Parâmetro	Amostra B		
	Antes da adsorção	Pós-adsorção	VMP
pH	4,34±0,03	5,38±0,135	6 a 9
Dureza(mg/L de CaCO ₃)	510,44±13,94	340,2±20,05	300
Cloretos (mg/L)	0,99±0	0,096±0,002	250

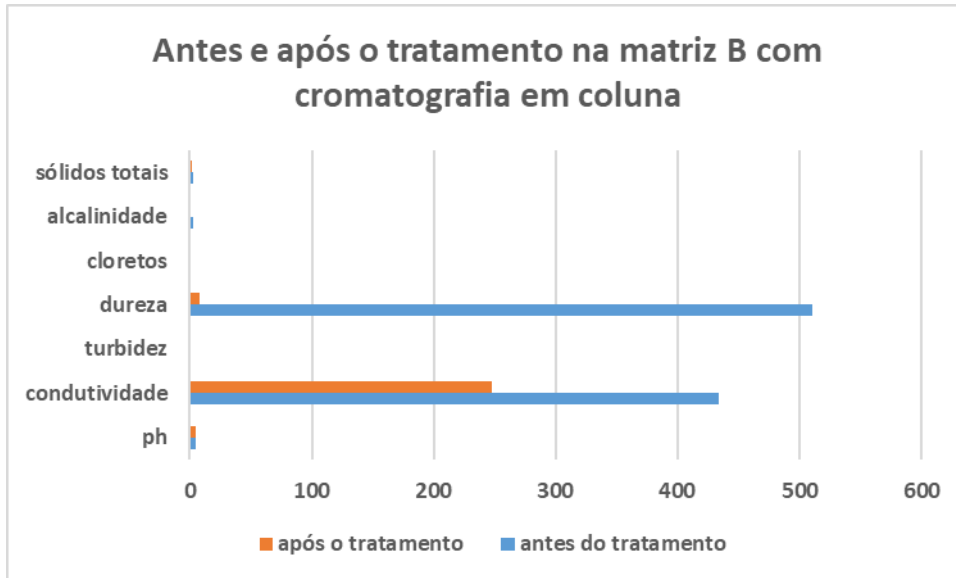
Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Conforme mostra o gráfico 1, após o tratamento com o adsorvente natural cortiça na matriz B, os parâmetros de dureza e condutividade foram os que tiveram uma diminuição mais satisfatória. E com relação ao pH houve um pequeno aumento.

No gráfico 2, observa-se que a matriz C, após o tratamento também apresentou resultados semelhantes a matriz B com relação a dureza e condutividade elétrica, que também tiveram uma maior diminuição. Porém na matriz C houve um aumento mais significativo do pH.

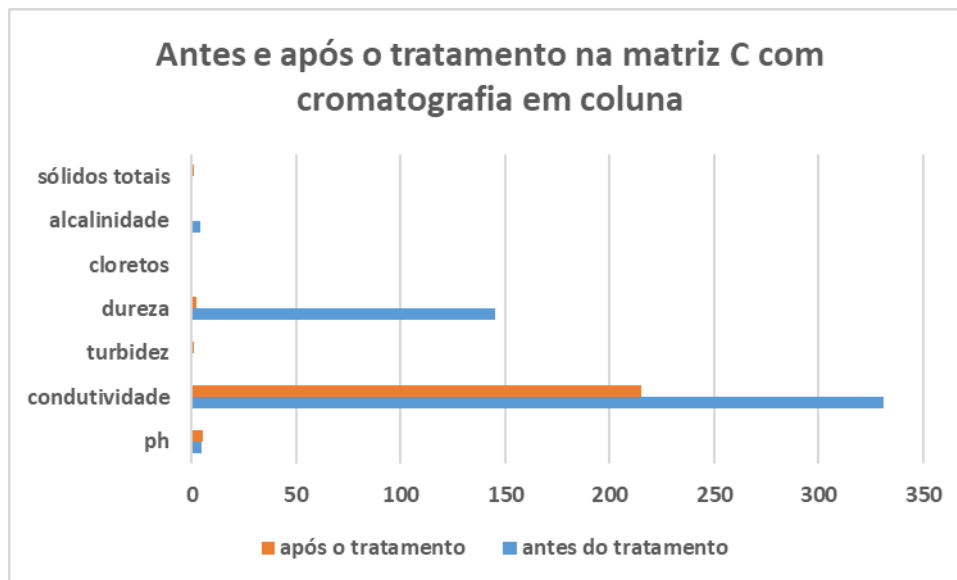
Com a cromatografia em cartucho (SPE) na matriz B, de acordo com o gráfico 3, nota-se também que houve redução do parâmetro dureza e aumento do pH. No entanto, esses resultados não foram tão significativos como na cromatografia em coluna nas duas matrizes B e C utilizando o mesmo adsorvente.

Gráfico 1: Antes e após o tratamento com a cortiça na matriz B aplicando cromatografia em coluna

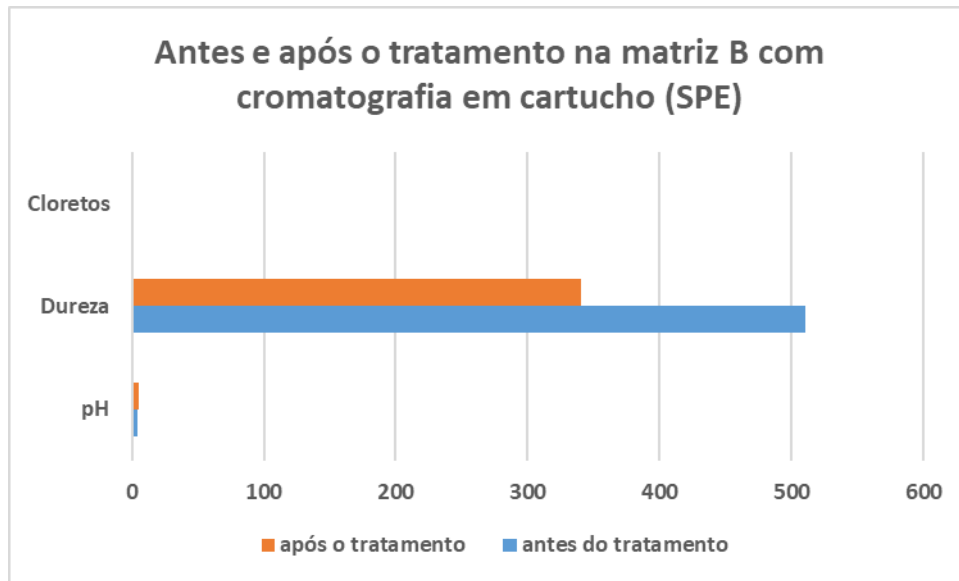


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 2: Antes e após o tratamento com a cortiça na matriz C aplicando cromatografia em coluna



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 3: Antes e após o tratamento com a cortiça na matriz B aplicando cromatografia em cartucho (SPE)

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

4 Conclusão

Conforme os dados obtidos nessa pesquisa observa-se que todas as amostras das 4 matrizes aquosas provenientes do município de Nova Floresta-PB apresentaram alguma inconformidade com os parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, evidenciando a importância de monitoramentos com relação a qualidade da água utilizada pela população. Dentre os 4 pontos de coleta, podemos destacar a amostra A, que teve o menor pH de 4,24; E a amostra B que apresentou uma dureza total muito elevada de 510,44 mg/L de CaCO_3 .

Além disso, o adsorvente natural cortiça apresentou-se como promissor para o tratamento de águas, uma vez que é um material sustentável, com baixo custo e não oferece danos ao meio ambiente, e proporcionou uma melhora significativa de algumas propriedades físico-químicas como pH, condutividade e dureza total. No entanto, houve também um aumento da turbidez e, por isso se faz necessário novos estudos com a finalidade de corrigir os níveis deste parâmetro.

5 Referências

A BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Brasília: Ministério da Saúde, 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: 22 de março de 2024.

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.

CALDAS, S. S. et al.. Principais técnicas de preparo de amostra para a determinação de resíduos de agrotóxicos em água por cromatografia líquida com detecção por arranjo de diodos e por espectrometria de massas. Química Nova, v. 34, n. 9, p. 1604–1617, set. 2011.

DA SILVA, A. B.; DE BRITO, J. M.; SILVA, R. de A.; BRAZ, A. S.; DA SILVA FILHO, E. D. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remigio-PB. **Águas Subterrâneas**, [S. l.], v. 31, n. 2, p. 109–118, 2017. DOI: 10.14295/ras.v31i2.28807. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28807>. Acesso em: 23 mar. 2024.

GOMES, M. A. F. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. Local: Embrapa, mar.2011.

HODOROABA, V.-D. Chapter 4.4 - Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS). In: HODOROABA, V.-D.; UNGER, W. E. S.; SHARD, A. G. (Eds.). Characterization of Nanoparticles. Micro and Nano Technologies. [s.l.] Elsevier, p. 397–417, 2020.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/novafloresta/panorama>. Acesso em: 23 de mar de 2024.

LEITE, F. Prevenção de contaminação de vinhos e bebidas pelo uso de rolha de cortiça e madeira de barril. Centro T e E Analítica. Artigo 3. Revista Analytica – Edição 84 – Ago/Set de 2016.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

MACEDO, J.A.B. Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas. Águas e águas. Jorge Macedo. Juiz de Fora, 2001.

Medeiros Filho, Francisco Carlos de. Utilização de adsorvente natural proveniente da cortiça para tratamento de águas. / Francisco Carlos de Medeiros Filho. — Cuité: CES, 2018.

MENEZES, José Carlos; MACHADO, Cristyano Ayres; NASCIMENTO, Robério Oliveira. Uma análise científica da água. V Colóquio Internacional “Educação e contemporaneidade”. São Cristóvão, 2011.

SANSON, A. L. et al.. Equipamento de baixo custo para extração em fase sólida em amostras aquosas de grande volume utilizando pressão positiva de N. Química Nova, v. 37, n. 1, p. 150–152, 2014.

ZÜGE, G.; VENDRAME, Z. B. CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE CLORETOS DA ÁGUA DO PARQUE ECOLÓGICO HONORATO TONIOLO, GUAPORÉ-RS. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 2, 2018.

6 Agradecimentos

Agradeço ao programa CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação-PIBITI da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG pelo apoio financeiro para realização desta pesquisa.