



APLICAÇÃO DO *ERYTHROXYLUM* CATUABA COMO ADSORVENTE EM CARTUCHOS (SPE) PARA CLEAN-UP DE MATRIZES AQUOSAS

Gardoela R. M. Nascimento¹; Gabriel L. Ferreira²; Lisânia M. S. Lima²; Denise D. Silva³

¹*Graduanda bacharelado em Farmácia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, Brasil.*

²*Graduando Licenciatura em Química, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, Paraíba, Brasil;*

³*Professora da Universidade Federal de Campina Grande BIOAMB/UABQ/CES, Cuité, Paraíba, Brasil*

Palavras-Chave: Parâmetros físico-químicos, análises de águas, potabilidade.

Introdução

A água é um elemento essencial para a sobrevivência e a manutenção dos seres vivos. Trata-se do recurso natural mais utilizado globalmente, sua qualidade é um fator determinante para a preservação da saúde coletiva. Por isso, o acompanhamento constante da presença de contaminantes nos sistemas de abastecimento torna-se uma medida preventiva indispensável. Esse controle funciona como uma barreira inicial na detecção de possíveis riscos relacionados ao consumo ou contato com água inadequada, contribuindo para a proteção da população. (Santos, 2023).

A poluição resultante das atividades antrópicas tem contribuído significativamente para a redução da qualidade da água. Diante desse cenário, o tratamento adequado torna-se essencial, visando à remoção de agentes químicos, físicos e microbiológicos que comprometem suas características e representam riscos à saúde e ao meio ambiente. (Lucena, 2018).

A Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Resolução 64/292, de 28 de julho de 2010, reconheceu o acesso à água potável e ao esgotamento sanitário como direito humano. Apesar de sua importância para a saúde pública, cerca de 884 milhões de pessoas no mundo não possuem acesso à água de qualidade, enquanto 2,6 bilhões não têm acesso a serviços adequados de esgotamento sanitário. (Brasil, 2023).

A utilização de águas subterrâneas no nordeste brasileiro possui longa trajetória histórica, até o fim da década de 1990, populações ribeirinhas do semiárido paraibano dependiam principalmente de poços rasos e cacimbas situadas às margens dos rios para



atender às demandas de irrigação, dessedentação animal e consumo humano (Dantas *et al.*, 2018). Em diversas áreas do nordeste, a oferta de água própria para consumo humano é limitada devido à irregularidade das chuvas e ao uso inadequado dos recursos hídricos. Diante desse cenário, torna-se indispensável recorrer a fontes alternativas, como a captação de águas subterrâneas por meio de poços (Neves *et al.*, 2024).

Entre os processos que vêm sendo estudados, destaca-se a adsorção, que utiliza materiais adsorventes, sejam eles naturais ou sintéticos, capazes de remover metais presentes em solução. Dentre os principais benefícios dessa técnica estão o custo reduzido, a elevada eficiência na remoção dos contaminantes e a possibilidade de regeneração e reutilização do adsorvente (Kramer *et al.*, 2018). O presente trabalho consiste em aplicar cartuchos de Extração em Fase Sólida (Solid Phase Extraction – SPE) contendo o adsorvente natural *Erythroxylum catuaba* no tratamento de amostras aquosas.

Material e Métodos

As amostras de água provenientes de poços foram coletadas na cidade de Cuité, região do Curimataú paraibano, respeitando critérios técnicos de amostragem. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno devidamente higienizados e identificados, sendo posteriormente encaminhadas para as análises laboratoriais. 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 no Centro de Educação e Saúde.

As determinações das propriedades físico-químicas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no Manual Prático de Análise de Água, da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2013). Foram analisados os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), turbidez, condutividade elétrica, teor de cloretos, dureza total, alcalinidade e sólidos dissolvidos totais, com o objetivo de avaliar a qualidade físico-química das amostras de água.

O potencial hidrogeniônico (pH) das amostras de água foi determinado por meio de um potenciômetro (peagâmetro) modelo pH 21 (Hanna Instruments). Antes das determinações, o equipamento foi devidamente calibrado utilizando soluções tampão de pH $4,01 \pm 0,01$ e pH $7,01 \pm 0,02$, conforme as recomendações do fabricante. As medições foram



realizadas diretamente nas amostras, à temperatura ambiente, registrando-se os valores obtidos para posterior comparação com os padrões de qualidade da água.

A condutividade elétrica das amostras foi determinada utilizando um condutivímetro microprocessado modelo mCA-150/mCA-150P. O equipamento foi previamente calibrado com soluções padrão de cloreto de potássio (KCl) de 147,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 1.408 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ambas a 25 °C. Após a calibração, as determinações foram realizadas diretamente nas amostras de água, sendo os resultados expressos em microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

O teor de cloretos foi determinado por volumetria de precipitação, empregando o método de Mohr. Para a análise uma alíquota da amostra foi titulada com solução de nitrato de prata (AgNO_3) 0,1 mol/L, utilizando cromato de potássio (K_2CrO_4) a 5% como indicador. O ponto final da titulação foi identificado pelo aparecimento de uma coloração vermelho-tijolo persistente, característica da formação do cromato de prata (Ag_2CrO_4), sendo os resultados calculados em função do volume de titulante consumido.

A determinação da dureza total foi realizada por volumetria de complexação, utilizando solução de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 0,2 mol/L como titulante. Inicialmente, adicionou-se à amostra uma solução tampão para ajuste do pH em 10, seguida da adição do indicador Negro de Eriocromo T. A titulação foi conduzida até a mudança de coloração de vermelho-vinho para azul, indicando o ponto final da reação de complexação dos íons cálcio e magnésio com o EDTA. A concentração de dureza total foi calculada a partir do volume de titulante consumido, sendo os resultados expressos em mg/L de CaCO_3 .

Os cartuchos de extração em fase sólida (SPE) foram confeccionados utilizando seringas plásticas descartáveis de 60 mL como suporte. Inicialmente, uma pequena camada de algodão foi posicionada na extremidade inferior da seringa, com a finalidade de atuar como suporte no processo de empacotamento. Em seguida, foram adicionados 4,0 gramas de farinha de catuaba, formando uma fase homogênea sem caminhos preferenciais. Ao final da montagem, as amostras foram percoladas pelos cartuchos preparados com a fase estacionária da catuaba.

Resultados e Discussão



Os resultados obtidos para os parâmetros pH, condutividade elétrica, teor de cloretos e dureza total foram comparados aos padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e estabelece o padrão de potabilidade no Brasil.

Os valores de pH apresentaram um discreto aumento após o tratamento em todas as amostras. Na Amostra A passou de $3,3 \pm 0,11$ para $3,7 \pm 0,05$, a Amostra B de $3,2 \pm 0,17$ para $3,4 \pm 0$, a Amostra C de $2,9 \pm 0,05$ para $3,1 \pm 0,17$, e a Amostra D de $2,9 \pm 0,05$ para $3,2 \pm 0$. Resultados semelhantes foram observados por Nolasco *et al.* (2020), que verificaram pequenas variações de pH entre diferentes amostras de água, ressaltando que esse parâmetro tende a sofrer alterações pouco expressivas durante processos físicos de tratamento, especialmente quando o material adsorvente não possui caráter alcalinizante.

A condutividade apresentou uma redução entre as amostras. A maior redução foi observada na Amostra A, passando de $568,06 \pm 0,86$ para $495 \pm 1 \mu\text{S/cm}$, representando diminuição de aproximadamente 13%. As Amostras B, C e D também apresentaram redução, porém menos acentuada, passando respectivamente de $509,4 \pm 0,9$ para $483,9 \pm 0,9 \mu\text{S/cm}$, de $579,46 \pm 0,55$ para $516,96 \pm 0,50 \mu\text{S/cm}$ e de $551,7 \pm 0,59$ para $533,06 \pm 0,98 \mu\text{S/cm}$. A redução da condutividade elétrica sugere a remoção parcial de espécies iônicas dissolvidas durante a passagem da água pelo cartucho SPE.

Neves *et al.* (2025), avaliando cartuchos SPE contendo cortiça como adsorvente natural para tratamento de águas subterrâneas, também observaram redução da condutividade elétrica após o tratamento, atribuindo esse comportamento à retenção de íons dissolvidos pela superfície adsorvente.

O teor de cloretos apresentou variações após o tratamento com os cartuchos. Na Amostra A, observou-se uma redução de $1,09 \pm 0 \text{ mg/L}$ para $0,99 \pm 0 \text{ mg/L}$, correspondendo a uma diminuição de aproximadamente 9,2%. A Amostra B passou de $0,87 \pm 0,02 \text{ mg/L}$ para $0,85 \pm 0,02 \text{ mg/L}$. Na Amostra C, houve reduziu de $0,87 \pm 0,02 \text{ mg/L}$ para $0,85 \pm 0 \text{ mg/L}$, enquanto na Amostra D os valores permaneceram inalterados, mantendo-se em $1,02 \pm 0,02 \text{ mg/L}$ antes e $1,02 \pm 0 \text{ mg/L}$ após o tratamento. Sales *et al.* (2019) também observaram redução gradual da concentração de cloretos durante o tratamento de águas residuárias em colunas de adsorção.



A dureza total foi o parâmetro que apresentou a maior eficiência de remoção após o tratamento com os cartuchos SPE. Na Amostra A, a dureza reduziu de $220,194 \pm 0$ mg/L de CaCO_3 para $100,087 \pm 0$ mg/L de CaCO_3 , correspondendo a uma remoção de aproximadamente 54,5%. A Amostra B apresentou redução de $180,156 \pm 0$ mg/L para $80,069 \pm 0$ mg/L de CaCO_3 , representando uma eficiência de remoção de 55,6%.

Na Amostra C, os valores diminuíram de $180,156 \pm 0$ mg/L para $100,087 \pm 0$ mg/L de CaCO_3 , equivalente a uma redução de 44,4%. Já a Amostra D apresentou a maior eficiência do tratamento, com redução da dureza de 200 ± 0 mg/L para $80,069 \pm 0$ mg/L de CaCO_3 , correspondendo a uma remoção de aproximadamente 60,0%. Resultados semelhantes foram descritos por Filho *et al.* (2020), que utilizaram cortiça (*Quercus suber* L.) como adsorvente natural no tratamento de amostras aquosas e verificaram redução significativa da dureza total após o processo de adsorção Solo (2023), obteve remoção de até 71% da dureza utilizando citrato de celulose éster extraído de fibras de papiro (*Borassus flabellifer* L.)

Conclusões

Os resultados obtidos demonstraram que o tratamento das amostras de água por meio de cartuchos SPE contendo adsorvente natural (cortiça) promoveu alterações nos parâmetros físico-químicos avaliados. Embora os valores de pH tenham apresentado apenas um discreto aumento.

Em relação à condutividade elétrica e ao teor de cloretos, se teve uma redução praticamente de todas as amostras evidenciando a capacidade do adsorvente em remover parte das espécies iônicas dissolvidas presentes nas amostras aquosas. Esses resultados sugerem que o adsorvente catuaba possui afinidade por determinados íons, contribuindo para a melhoria da qualidade da água.

A maior eficiência do tratamento foi observada para o parâmetro dureza total, com reduções variando entre aproximadamente 44,4% e 60,0%, demonstrando elevada capacidade de retenção dos íons cálcio e magnésio, principais responsáveis por esse parâmetro. Dessa forma, os resultados evidenciam que a catuaba apresenta potencial como adsorvente alternativo de baixo custo para aplicação em cartuchos SPE destinados ao tratamento de



águas, especialmente na remoção de íons responsáveis pela dureza e pela condutividade elétrica.

Agradecimentos

Agradeço a Professora Dra. Denise Domingos da Silva pela orientação, dedicação e apoio ao longo deste trabalho, à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) pela oportunidade de desenvolver este trabalho, ao Programa Institucional de Voluntariado em Iniciação Tecnológica (PIVITI/PROPEX/UFCG) e ao Grupo do Laboratório de Biocombustíveis e Química Ambiental por todo o apoio (BIOAMB/UABQ/CES/UFCG).

Referências

- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.
- GOOGLE EARTH. Cuité, Paraíba, Brasil. Imagem de satélite. Disponível em: <https://earth.google.com>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância em saúde ambiental na perspectiva da Agenda 2030. Brasília: Ministério da Saúde, 2018. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br>.
- DA SILVA, Aldeni Barbosa et al. Parâmetros físico-químicos da água utilizada para consumo em poços artesianos na cidade de Remígio-PB. **Águas Subterrâneas**, v. 31, n. 2, p. 109-118, 2017.
- DE MEDEIROS FILHO, Francisco Carlos et al. APLICAÇÃO DA CORTIÇA (QUERCUS SUBER L.) COMO ADSORVENTE NATURAL PARA O TRATAMENTO DE AMOSTRAS AQUOSAS. **Educação, Ciência e Saúde (ISSN 2358-7504)**, v. 6, n. 2, 2019.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual Prático de Análise de Água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2013. 150 p.
- NEVES, Kessiane Santos et al. ESTUDO ANALÍTICO DE MATRIZES AQUOSAS COM ADSORVENTE NATURAL (CORTIÇA) APLICANDO CROMATOGRAFIA EM COLUNA E CARTUCHO (SPE). **Educação, Ciência e Saúde (ISSN 2358-7504)**, v. 11, n. 2, 2024.
- NEVES, Kessiane Santos et al. ESTUDO ANALÍTICO DE MATRIZES AQUOSAS COM ADSORVENTE NATURAL (CORTIÇA) APLICANDO CROMATOGRAFIA EM COLUNA E CARTUCHO (SPE). **Educação, Ciência e Saúde (ISSN 2358-7504)**, v. 11, n. 2, 2024. SANTOS, Jennyfer Caroline Rocha et al. Determinação dos parâmetros físico-químicos em amostras de água de poços do município de Cuité-PB. 2023.
- NOLASCO, Glauco Maciel; GAMA, Ednilton Moreira; REIS, Bruna Moraes; REIS, Ana Clara Pereira; GOMES, Fernando José Santana; MATOS, Roberta Pereira. 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, [S. l.]**, v. 2, n. 2, p. 52-64, 2020. DOI: 10.46636/recital.v2i2.60.
- SALES, Flávia Rhuana Pereira et al. Tratamento de águas residuárias utilizando processo de adsorção em coluna para fins agrícolas. **Revista Ambiente & Água**, v. e2178, 2019.
- SANTOS, Jennyfer Caroline Rocha dos et al. Determinação dos parâmetros físico-químicos em amostras de água de poços do município de Cuité-PB. 2023.
- SOLO, A. A. M.; RUMHAYATI, B.; MASRURI. Hardness water removal by using cellulose papyrus fibers (*Borassus flabellifer* L.) modified with citric acid. **Media Konservasi**, v. 28, n. 2, p. 129-134, 2023.