29, 30 E 31 OUTUBRO DE 2025
II SANEA BRASIL
Congresso Internacional de Saneamento Rural
Mudanças Climáticas: Um novo Desafio para o Saneamento Rural
RESUMO EXPANDIDO

# APLICAÇÃO DO *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L. Moench (QUIABO) COMO COAGULANTE E FLOCULANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA EM BELO JARDIM-PE

## *APLICACIÓN DEL ABELMOSCHUS ESCULENTUS L. Moench (QUIABO) COMO COAGULANTE Y FLOCULANTE EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA EN BELO JARDIM-PE*

## *APPLICATION OF ABELMOSCHUS ESCULENTUS L. Moench (QUIABO) AS A COAGULANT AND FLOCCULANT IN WATER TREATMENT IN BELO JARDIM-PE*

Adjailton da Silva Nascimento[1], Carlos André de Souza[2]

[1]Bacharelado em Engenharia Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Belo Jardim, Brasil, adjailton.nascimento@ufrpe.br, 0009-0002-6928-2133;
[2]Professor adjunto, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Belo Jardim, Brasil, carlos.andre@ufrpe.br.

Eixo Temático 03 – Tecnologias para abastecimento de água
Biocoagulantes como alternativas para o tratamento de água

*Eje temático 03 – Tecnologías para el abastecimiento de agua*
*Biocoagulantes como alternativas para el tratamiento del agua*

*Thematic Area 03 – Technologies for water supply*
*Biocoagulants as alternatives for water treatment*

## RESUMO

O crescimento populacional e a industrialização contribuíram para a poluição da água, tornando o tratamento essencial para garantir sua potabilidade. O uso de coagulantes químicos, como o sulfato de alumínio, é comum nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) para remover impurezas da água. No entanto, esses coagulantes podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde devido à toxicidade e ao acúmulo de metais no lodo gerado. Como alternativa, coagulantes naturais a base de quiabo, têm sido investigados. O quiabo é uma planta comum no Nordeste do Brasil, especialmente na região do Agreste de Pernambuco, e tem mostrado potencial como coagulante natural devido à sua capacidade de formar flocos mais resistentes durante o tratamento de água. Nesse estudo, o objetivo foi investigar a eficiência do pó do quiabo como coagulante/floculante individual e alinhado ao sulfato de alumínio em testes de tratamento de água. A metodologia objetivou determinar a dosagem ótima para remoção de impurezas, garantindo homogeneidade e precisão nos resultados. Os resultados mostraram que o sulfato de alumínio apresentou os melhores resultados em termos de remoção de cor, turbidez e manutenção do pH adequado. No entanto, a combinação do sulfato de alumínio com a solução do pó de quiabo manteve a água no padrão de potabilidade. A pesquisa busca fornecer uma solução sustentável e acessível para melhorar a qualidade da água em regiões como Belo Jardim - PE, usando o quiabo como coagulante natural.

**Palavras-chave:** Coagulante natural, quiabo, tratamento de água, sustentabilidade

**RESUMEN**

El crecimiento demográfico y la industrialización han contribuido a la contaminación del agua, por lo que su tratamiento es esencial para garantizar su potabilidad. El uso de coagulantes químicos, como el sulfato de aluminio, es habitual en las plantas de tratamiento de agua (PTA) para eliminar las impurezas del agua. Sin embargo, estos coagulantes pueden ser perjudiciales para el medio ambiente y la salud debido a su toxicidad y a la acumulación de metales en los lodos generados. Como alternativa, se han investigado coagulantes naturales a base de okra. El quimbombó es una planta común en el noreste de Brasil, especialmente en la región de Agreste de Pernambuco, y ha demostrado su potencial como coagulante natural debido a su capacidad para formar copos más resistentes durante el tratamiento del agua. En este estudio, el objetivo fue investigar la eficacia del polvo de quimbombó como coagulante/floculante individual y combinado con sulfato de aluminio en pruebas de tratamiento de agua. La metodología tuvo como objetivo determinar la dosis óptima para la eliminación de impurezas, garantizando la homogeneidad y precisión de los resultados. Los resultados mostraron que el sulfato de aluminio presentó los mejores resultados en términos de eliminación de color, turbidez y mantenimiento del pH adecuado. Sin embargo, la combinación del sulfato de aluminio con la solución de polvo de quimbombó mantuvo el agua dentro de los estándares de potabilidad. La investigación busca proporcionar una solución sostenible y accesible para mejorar la calidad del agua en regiones como Belo Jardim (Pernambuco), utilizando el quimbombó como coagulante natural.

**Palabras clave:** Coagulante natural, quimbombó, tratamiento del agua, sostenibilidad

**ABSTRACT**

Population growth and industrialization have contributed to water pollution, making treatment essential to ensure its potability. The use of chemical coagulants, such as aluminum sulfate, is common in Water Treatment Plants (WTPs) to remove impurities from water. However, these coagulants can be harmful to the environment and health due to toxicity and the accumulation of metals in the sludge generated. As an alternative, natural coagulants based on okra have been investigated. Okra is a common plant in northeastern Brazil, especially in the Agreste region of Pernambuco, and has shown potential as a natural coagulant due to its ability to form more resistant flocs during water treatment. In this study, the objective was to investigate the efficiency of okra powder as an individual coagulant/flocculant and in combination with aluminum sulfate in water treatment tests. The methodology aimed to determine the optimal dosage for removing impurities, ensuring homogeneity and accuracy in the results. The results showed that aluminum sulfate presented the best results in terms of color removal, turbidity, and maintenance of adequate pH. However, the combination of aluminum sulfate with the okra powder solution kept the water within the potability standard. The research seeks to provide a sustainable and affordable solution to improve water quality in regions such as Belo Jardim, Pernambuco, using okra as a natural coagulant.

**Keywords:** Natural coagulant, okra, water treatment, sustainability

## INTRODUÇÃO

O presente estudo foi desenvolvido no âmbito do Programa de Iniciação Científica Voluntária (PIC) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em parceria com a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), no período de setembro de 2024 a agosto de 2025. A pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência do pó de quiabo como coagulante natural no tratamento de água, com foco na remoção de impurezas — como cor e turbidez — e no controle do pH. A proposta busca oferecer uma alternativa sustentável aos coagulantes químicos convencionais, frequentemente utilizados nos sistemas de tratamento. A relevância deste estudo está na busca por soluções ambientais mais seguras, acessíveis e sustentáveis. Dessa forma, o trabalho contribui para o avanço de tecnologias limpas e reforça o potencial de plantas nativas, como o quiabo, na promoção de práticas de tratamento de água ecológicas, econômicas e alinhadas às metas de sustentabilidade e saúde pública.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no laboratório da UFRPE–UABJ e na Estação de Tratamento de Água (ETA) da COMPESA, em Belo Jardim – PE. O trabalho buscou avaliar o uso do pó de quiabo como alternativa natural ao sulfato de alumínio no processo de coagulação/floculação da água do Rio Ipojuca, cujos parâmetros de cor, turbidez e pH estavam fora dos limites de potabilidade.

### Preparação das soluções:

O quiabo foi lavado, cortado, seco em estufa a 150 °C por 3 horas, triturado e peneirado até virar pó fino (figura 1). A partir desse material, foram pesados 5 g, que foram diluídos em 250 mL de água destilada para formar uma solução padrão a 2% (Marré 2022; Lima 2007). Enquanto a solução de sulfato de alumínio a 2% foi preparada em duas etapas. Primeiro, 3,8 g do pó de sulfato de alumínio foram dissolvidos em 245 mL de água destilada para facilitar a mistura (procedimento padrão da COMPESA).

**Figura 1.** Quiabos cortados longitudinalmente (tamanhos variando 10 - 12cm) (A), quiabo seco a 150 °C (B), quiabo macerado (C), pó do quiabo (D).

(A) (B) (C) (D)



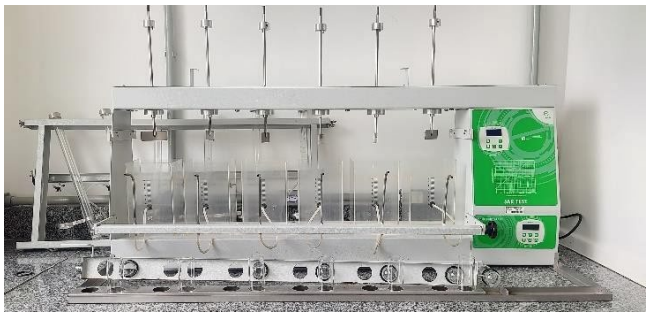
Fonte: Elaboração própria, 2025.

## Ensaios de coagulação/floculação

Os testes foram realizados em um equipamento Jar Test (figura 2), com seis jarros de 2 L cada. No primeiro ensaio, foram aplicadas diferentes dosagens da solução de quiabo (1 a 11 mL). No segundo, variaram-se as dosagens de sulfato de alumínio (18 a 23 mL), conforme padrão da COMPESA. Em seguida, testou-se a combinação dos dois coagulantes, tomando como referência a dosagem mais eficiente do sulfato (21 mL).

O processo seguiu as etapas clássicas de coagulação (mistura rápida a 300 rpm por 10 s), floculação (redução gradual da rotação para 98, 77 e 64 rpm em intervalos de tempo definidos) e decantação (10 min em repouso). Após a sedimentação, as amostras foram filtradas em papel de filtro para análises físico-químicas.

**Figura 2.** Jar Test utilizado nos ensaios de coagulação/floculação.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

**Análises dos parâmetros:**

Em todas as etapas, foram avaliados o pH (pHmetro 913), a cor aparente (colorímetro Aquacolor da PoliControl) e a turbidez (turbidímetro TU5200 da Hach) baseados em West (2016), com adaptações para volumes maiores, assegurando a confiabilidade dos resultados.

O cálculo da remoção de cor e turbidez seguiu fórmulas padronizadas da seguinte maneira:

$$Porcentagem\ da\ remoção\ de\ turbidez = \frac{turbidez\ inicial - turbidez\ final}{turbidez\ inicial}\ x\ 100\% \quad (1)$$

$$Porcentagem\ da\ remoção\ de\ cor = \frac{cor\ inicial - cor\ final}{cor\ inicial}\ x\ 100\% \quad (2)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Características da água bruta:**

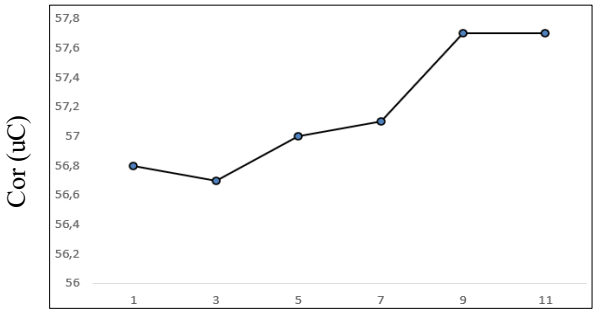
As coletas da água do Rio Ipojuca (28/03 e 22/08/2025) mostraram valores de cor (56,6 – 61,6 uC), turbidez (4,0 – 7,0 NTU) e pH (8,0 – 8,1). Esses parâmetros estão fora dos limites de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde 2021, que determina ≤ 15 uC para cor, < 5 NTU para turbidez e pH entre 6,0 e 7,0. Isso indica que a água bruta não é própria para consumo humano sem tratamento.

**Ensaio 1 – Solução do quiabo em pó (2%):**

Quando utilizado sozinho, a solução de quiabo não apresentou eficiência na remoção de cor (valores permaneceram próximos a 57 uC). Já na turbidez, houve uma pequena redução, principalmente na dosagem de 5 mL (3,1 NTU). Contudo, dosagens mais altas aumentaram a turbidez, possivelmente pelo excesso de material coloidal. O pH manteve-se estável entre 8,0 e 8,5, mas ainda fora da faixa adequada. Assim, o quiabo sozinho mostrou baixa eficiência para melhorar a qualidade da água.

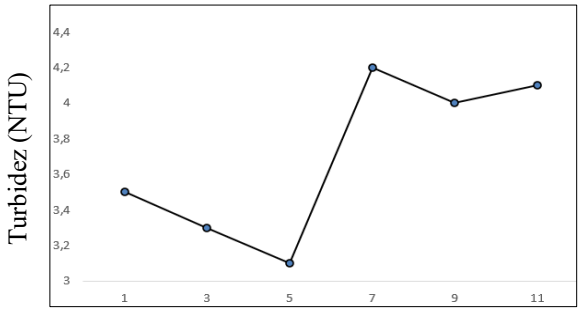
West (2016) também observou que o quiabo em pó sozinho não foi eficaz na remoção de cor, podendo até aumentar a cor aparente devido à liberação de compostos orgânicos.

**Figura 3.** Diferentes concentrações da solução do pó de quiabo para o parâmetro de cor (uC).




Dosagem da solução do quiabo em pó (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

**Figura 4.** Diferentes concentrações da solução do pó de quiabo para o parâmetro turbidez (NTU).

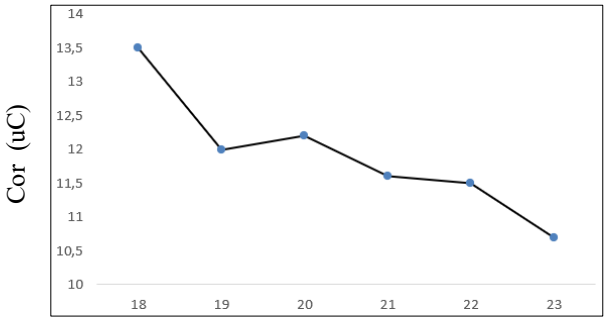



Dosagem da solução do quiabo em pó (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

## Ensaio 2 – Solução do sulfato de alumínio (2%):

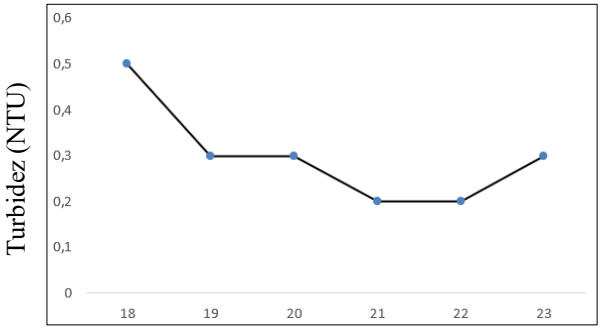
O sulfato de alumínio apresentou alta eficiência. Na dosagem de 21 mL, houve melhor equilíbrio entre os parâmetros, com remoção de cor de 81,1% (11,6 uC) e remoção de turbidez de 97,1% (0,2 NTU). Embora o pH tenha ficado levemente acima da faixa ideal (7,3), ainda próximo da neutralidade. Todas as dosagens testadas atenderam ao padrão de potabilidade, comprovando que o sulfato de alumínio é eficiente no tratamento da água.

**Figura 5.** Diferentes concentrações do sulfato de alumínio para o parâmetro de cor (uC).




Dosagem do sulfato de alumínio (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

**Figura 6.** Diferentes concentrações do sulfato de alumínio para o parâmetro turbidez (NTU).

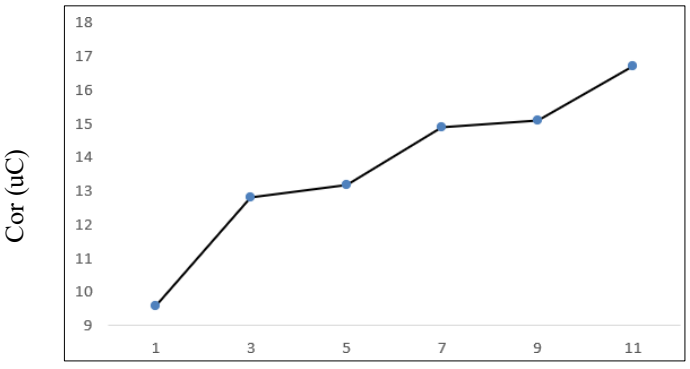



Dosagem do sulfato de alumínio (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

**Ensaio 3 – Combinação da solução de sulfato de alumínio (2%) e a solução de quiabo em pó (2%):**

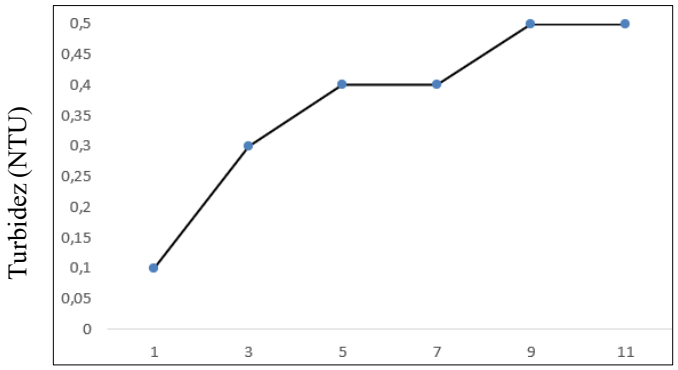
A mistura dos dois coagulantes mostrou resultados interessantes. A melhor dosagem foi 21 mL de sulfato de alumínio + 1 mL de solução de quiabo, alcançando 84,4% de remoção de cor (9,6 uC) e 98,5% de remoção de turbidez (0,1 NTU), valores dentro dos limites de potabilidade. O pH se manteve adequado (6,8 – 7,4) em todas as condições. Dosagens maiores de quiabo pioraram a eficiência, indicando que baixas concentrações do coagulante natural podem potencializar a ação do sulfato, enquanto doses mais elevadas atrapalham o processo.

**Figura 7.** Diferentes concentrações da solução do pó de quiabo com 21 mL do sulfato de alumínio para o parâmetro de cor (uC).




Dosagens solução do pó de quiabo + sulfato de alumínio (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

**Figura 8.** Diferentes concentrações da solução do pó de quiabo com 21 mL do sulfato de alumínio para o parâmetro turbidez (NTU).




Dosagem da solução do pó de quiabo + sulfato de alumínio (mL)
Fonte: Elaboração própria, 2025.

West (2016) e Lima (2007) também observaram que baixas dosagens de quiabo (1 – 3 mL) melhoram a floculação e reduzem a turbidez quando usadas em conjunto com sulfato de alumínio.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo confirmou o potencial do pó de quiabo como coadjuvante no tratamento de água, especialmente quando utilizado em combinação com sulfato de alumínio, colaborando para reduzir o uso exclusivo do produto químico, promovendo uma melhora na remoção de cor, turbidez e no controle de pH, contribuindo para a sustentabilidade do processo. Apesar de sua eficiência limitada quando empregado isoladamente, o quiabo mostrou-se uma alternativa ecológica e de baixo custo para complementar a desinfecção da água. Questiona- se, contudo, a necessidade de otimizar as dosagens e condições de uso para ampliar sua eficácia em diferentes cenários de qualidade de água. Recomenda-se a continuidade das pesquisas, envolvendo testes em escala maior e análise de outros parâmetros de qualidade, além de estudos sobre o impacto do uso do quiabo na saúde humana e ambiental. Tal continuidade pode promover a implementação prática desta alternativa natural em regiões de baixo recurso, promovendo melhorias na gestão da água e na saúde pública.

## AGRADECIMENTOS

Quero registrar minha sincera gratidão à Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Belo Jardim (UFRPE-UABJ), pelo suporte institucional que tornou possível a realização deste trabalho, e à Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), pela valiosa contribuição durante todo o processo.

De maneira especial, agradeço ao Prof. Dr. Carlos André de Souza, pelas orientações atenciosas, pelos incentivos constantes e pelos conhecimentos técnicos compartilhados, que foram fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa. Estendo também meus agradecimentos ao técnico da COMPESA, André, pelo empenho, dedicação e acompanhamento em cada etapa, sempre disposto a colaborar e a esclarecer dúvidas.

Não poderia deixar de mencionar minha colega de turma, Karoline Nogueira, pela parceria, pelo apoio e pela amizade ao longo de toda a jornada desta pesquisa, tornando os desafios mais leves e o aprendizado mais enriquecedor.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho, seja com palavras de incentivo, gestos de apoio ou colaboração prática. Cada contribuição foi essencial para que este estudo se tornasse realidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ministério da Saúde. 2021. “Portaria de Consolidação nº 888”. *Diário Oficial da União* seção 1, 85 (maio): 127. https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4- de-maio-de-2021-318461562.

Lima, Guilherme Julio de Abreu. 2007. “Uso de polímero natural do quiabo como auxiliar de floculação e filtração em tratamento de água e esgoto”. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. https://www.scribd.com/document/436398578.

Marré, K. G. 2022. “Análise da eficiência do quiabo (Abelmoschus esculentus) como agente floculante no tratamento da água do Rio Doce e seu afluente Rio São João Grande”. Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina. https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2327.

West, Luís Gustavo Macedo. 2016. “Uso do quiabo (Abelmoschus esculentus L. Moench) no processo de tratamento de água para abastecimento humano: ensaios preliminares”. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. http://ri.ufrb.edu.br/jspui/handle/123456789/2867.