

II-924 - BIOSSORÇÃO DE VIOLETA GENCIANA COM CASCA DE BANANA MODIFICADA QUIMICAMENTE

Bárbara Caroline Ricci Nunes ⁽¹⁾

Engenheira Química pela UFMG. Mestre e Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professora adjunta do Departamento de Engenharia Química da PUC Minas.

Carol da Costa Ferreira Dias

Engenheira Química pela PUC Minas.

Fernanda Caliman Coutinho Cunha

Engenheira Química pela PUC Minas.

Joana Souza Drumond

Engenheira Química pela PUC Minas

Max Schmitz

Engenheiro Químico - Avans University of Applied Sciences

Endereço⁽¹⁾: R. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico, Belo Horizonte - MG, 30535-901 - e-mail: barbararicci.eq@gmail.com

RESUMO

Embora o Brasil possua a maior cadeia têxtil do Ocidente, os efluentes líquidos gerados pela indústria podem causar impactos negativos ao meio ambiente devido à presença de reagentes químicos tóxicos, especialmente corantes têxteis. Por isso, é crucial tratar esses efluentes para atender aos requisitos de lançamento estabelecidos pelo órgão ambiental. Nesse contexto, a biossorção surge como uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes contendo corantes da indústria têxtil. Este estudo teve como objetivo tratar uma solução contendo o corante violeta genciana, utilizado na indústria têxtil, por meio do processo de biossorção com casca de banana modificada quimicamente. Para tanto, foi realizado o pré-tratamento químico do biossorvente e ensaios cinéticos e de levantamento de isotermas para avaliar o desempenho da biossorção. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com uma eficiência de adsorção de 81% e uma capacidade de adsorção de 2,07 mg de corante por grama de adsorvente. Esses resultados reforçam a viabilidade da casca de banana modificada quimicamente como biossorvente para remoção de corantes têxteis em efluentes e abrem perspectivas para o uso de materiais de baixo custo, simples preparação e amigáveis ao meio ambiente para esse fim.

PALAVRAS-CHAVE: Biossorção. Violeta genciana. Casca de banana. Adsorção. Efluente.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a indústria têxtil se tornou um dos segmentos mais lucrativos da economia mundial, sendo a China (US\$421,150 bilhões), a Índia (US\$67,244 bilhões) e os Estados Unidos (US\$53,523 bilhões) os maiores produtores mundiais desse setor, de acordo com os dados da United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) de 2018. O Brasil encontra-se na 10ª posição do ranking de maiores produtores mundiais de têxteis, gerando US\$12,946 bilhões (JUNIOR, 2021).

As indústrias têxteis produzem uma quantidade significativa de despejos aquosos altamente poluidores do meio ambiente, os quais contêm elevada carga orgânica e compostos tóxicos, como é o caso dos corantes (PASCHOAL e TREMILIOSI-FILHO, 2005).

A violeta genciana é um corante muito utilizado na indústria têxtil, e, apesar de ser comprovada sua toxicidade, é continuamente utilizada em larga escala na produção têxtil, como também em tintas para impressoras e cabelos, bem como em antissépticos para tratamento de feridas (ANDRADE, 2022).

Visto que a legislação ambiental brasileira está cada vez mais rigorosa quanto ao tratamento dos efluentes industriais antes de serem descartados, estão sendo continuamente estudadas tecnologias que sejam eficientes e de baixo custo para tratar os efluentes que contém corantes, pois, em sua maioria, eles são estáveis e de difícil degradação (PASCHOAL e TREMILIOSI-FILHO, 2005).

A adsorção é um dos métodos de tratamento de efluentes industriais mais utilizados. O carvão ativado, adsorvente mais utilizado comercialmente, é eficiente para a remoção de corantes do meio aquoso, pois apresenta elevadas áreas superficiais e há muitos grupos funcionais em sua superfície, entretanto, seu uso possui um custo elevado. Dessa forma, surgiu-se a necessidade de utilizar os biossorventes como métodos alternativos.

Alguns estudos revelam que resíduos orgânicos como a casca de banana possuem sítios ativos capazes de adsorver grupos carbonílicos, carboxílicos, aminas e hidroxilas, sendo assim indicados como biossorventes (SILVA, 2014). Uma vez que o processo de biossorção tem sido uma alternativa para o tratamento de efluentes contendo corantes da indústria têxtil, o objetivo geral deste trabalho foi realizar a biossorção para tratar uma solução sintética contendo o corante violeta genciana utilizando a casca de banana modificada quimicamente como biossorvente.

MATERIAIS E MÉTODOS

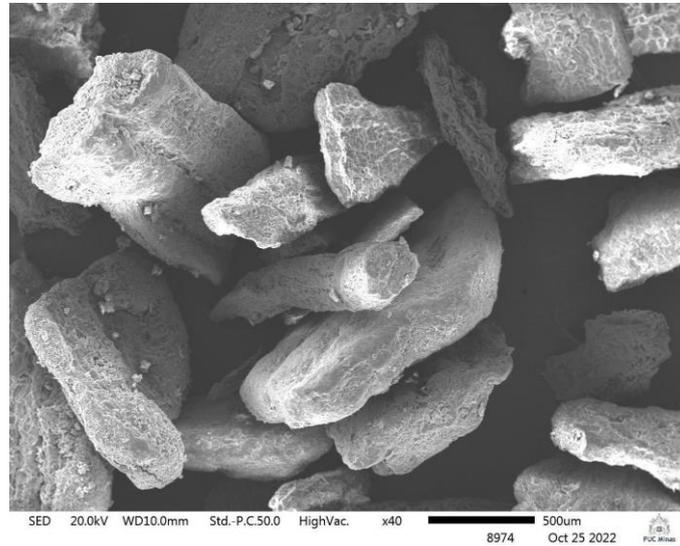
O biossorvente utilizado foi casca de banana. Elas foram submetidas a um pré-tratamento em que foram lavadas, cortadas e secas em estufa com circulação de ar a 60°C por 72 horas. O biossorvente seco foi triturado em um moinho de facas e separado em peneiras de 20 a 100 mesh. A farinha de banana obtida (fração retida em 100 mesh) foi ativada em meio ácido com uma solução de HCl 0,05 mol/L por 10 minutos a temperatura ambiente e em repouso. Após a ativação, a farinha da casca foi lavada para remover o excesso de HCl. A água foi descartada e as cascas de bananas foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar por 72 horas com temperatura a 60°C. A farinha da casca de banana obtida no processo de pré-tratamento e antes do pré-tratamento foi caracterizada pelo método da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), modelo JEOL JSM-IT300.

Também foi conduzido um ensaio cinético expondo 0,55 g de adsorvente a 200 mL de uma solução de 20 mg/L de violeta genciana. O ensaio foi conduzido em um *shaker* por um período de 48 horas em temperatura ambiente. Foram coletadas alíquotas em diferentes intervalos de tempo e foram filtradas imediatamente utilizando um filtro a vácuo para cessar o processo de adsorção. As massas 1; 1,3; 1,5; 1,7; 1,9 e 2,1 g de farinha de casca de banana foram inseridas nos erlenmeyers contendo 200 mL da solução de violeta genciana de 50 mg/L e submetidas ao agitador shaker por 96 horas para que fosse atingido o ponto de equilíbrio. Todas as amostras coletadas foram analisadas por Espectrofotometria de ultravioleta-visível (modelo Shimadzu A112950 01208) para quantificar o adsorvato presente nas soluções.

RESULTADOS

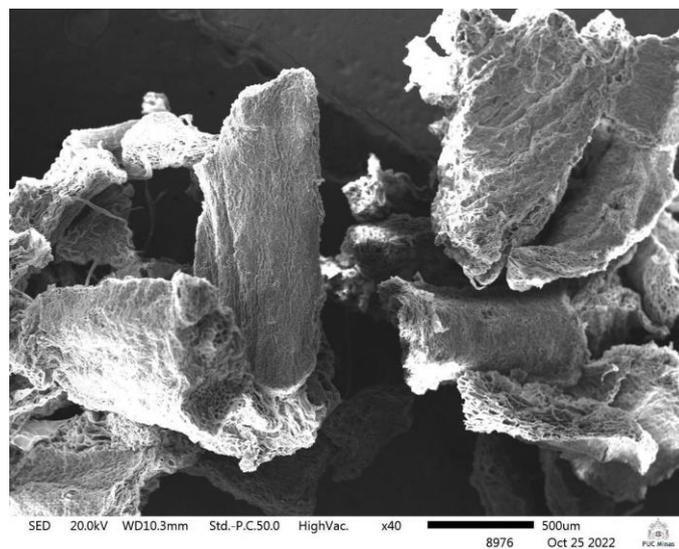
A seguir são apresentados os principais resultados obtidos no estudo. Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas micrografias (ampliação de 40 vezes) do biossorvente sem e com a pré-ativação química, respectivamente. Já na Figura 3, é apresentado o aspecto da solução de violeta genciana ao longo do ensaio cinético de adsorção. Nas Figuras 4 e 5 são apresentados os resultados dos ajustes dos modelos de pseudo-primeira ordem e pseudo-segunda ordem aos dados obtidos nos resultados cinéticos. Os resultados do efeito das diferentes dosagens do adsorvente na capacidade e na eficiência de adsorção são apresentados na Figura 6. Finalmente, os ajustes das isotermas de Langmuir e Freundlich são apresentados nas Figuras 7 e 8, respectivamente.

Figura 1: Microscopia Eletrônica de Varredura da casca de banana sem a pré-ativação.



Fonte: Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura PUC Minas (2022).

Figura 2 - Microscopia Eletrônica de Varredura da casca de banana após a pré-ativação.



Fonte: Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura PUC Minas (2022).

Figura 3 - Amostras coletadas durante o período de 1 hora. Os números indicados representam o minuto de coleta.



Figura 4: Linearização do modelo de pseudo-primeira ordem com intervalo de tempo reduzido.

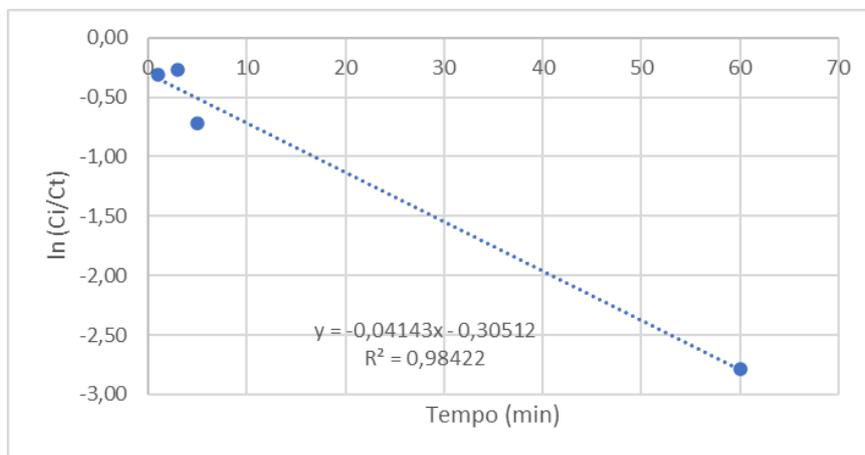


Figura 5: Linearização do modelo pseudo-segunda ordem com intervalo de tempo reduzido.

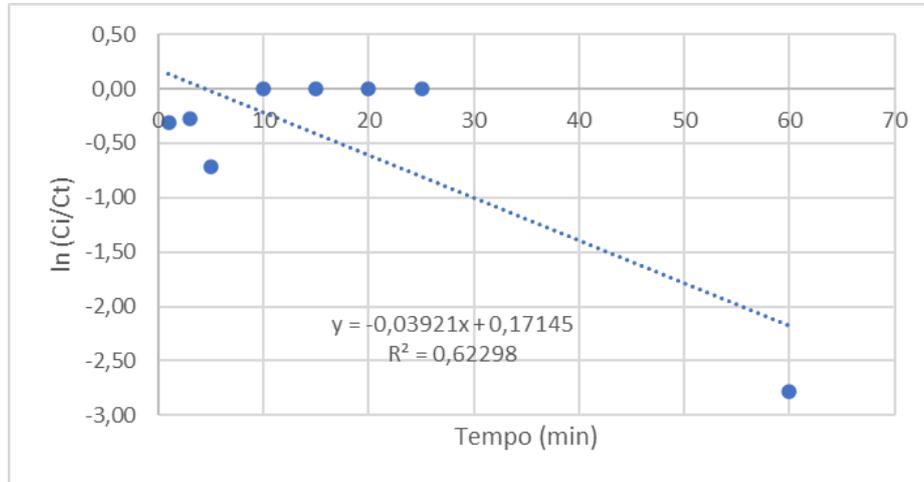


Figura 6: Efeito da dosagem de adsorvente na capacidade de adsorção e na eficiência de remoção do corante violeta genciana

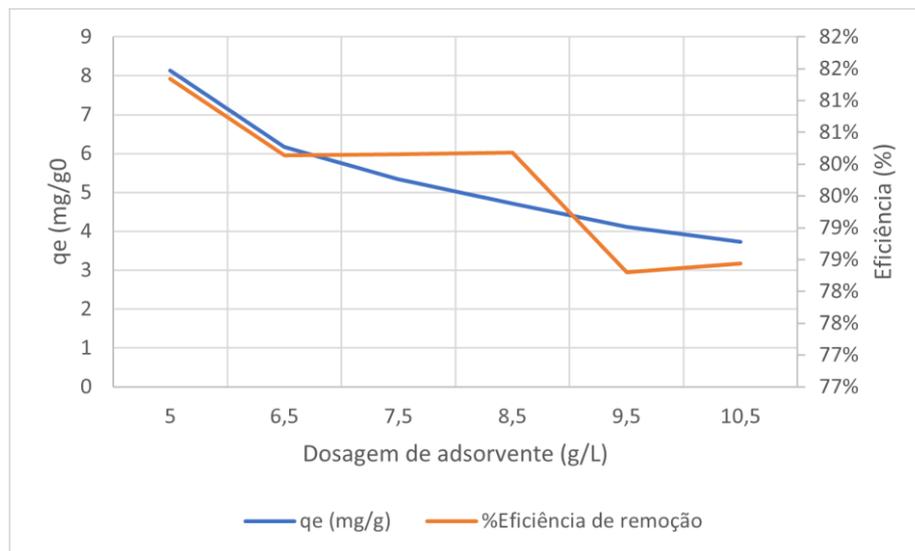


Figura 7 - Forma linear da isoterma de Langmuir para a adsorção de violeta genciana em casca de banana

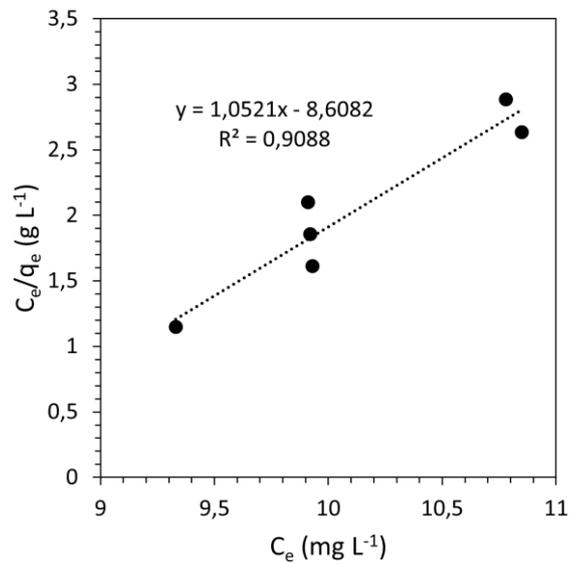
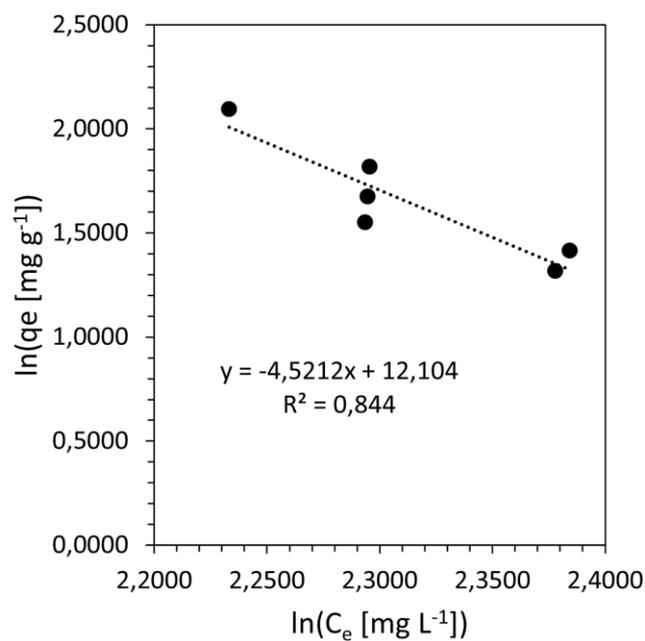


Figura 8 - Forma linear da isoterma de Freundlich para a adsorção de violeta genciana em casca de banana



DISCUSSÃO

Através da análise de Microscopia Eletrônica de Varredura foi possível observar o potencial do processo de ativação química em tornar a farinha de casca de banana um melhor adsorvente pela modificação de sua estrutura, pois a superfície se tornou menos uniforme e mais porosa, conforme Figura 1 e Figura 2. Isso pode ser justificado a partir da pontuação de Silva e Colaboradores (2020), sobre o potencial da ativação ácida e da lavagem da casca de banana em causar a ruptura das estruturas da casca de banana (lignina, hemicelulose e celulose da biomassa), atribuir reatividade ao substrato e causar a abertura de novos sítios ativos.

Observou-se, ainda, que a casca de banana modificada é capaz de remover o corante violeta genciana, conforme apresentado na Figura 3. O modelo de pseudo-primeira ordem é considerado o melhor modelo para descrever esta adsorção, pois apresenta maior coeficiente de correlação, provavelmente por ser um modelo mais aplicável na fase inicial da adsorção, onde se atinge o equilíbrio em pouco tempo do início do processo, conforme Figura 4 e Figura 5.

Por meio da avaliação da dosagem da massa de adsorvente nos ensaios da construção das isotermas, observou-se que a adsorção apresentou a maior eficiência com a utilização de 1g do bioadsorvente em uma solução de 50 mg/L de violeta genciana, obtendo 81% de remoção do corante, conforme Figura 6. A capacidade de adsorção da casca de banana ativada obtida com os experimentos foi de 0,9505 mg/g. Os resultados obtidos indicaram que o aumento da massa de adsorvente pode levar à redução da capacidade de adsorção, evidenciado pela diminuição da capacidade de adsorção de 8,13 mg/g para 3,74 mg/g. De acordo com Gorzin e colaboradores (2018), a redução da capacidade de adsorção deve-se aos sítios mais ativos do adsorvente permanecerem insaturados durante o processo de adsorção. Com o aumento da massa de adsorvente, estes tendem a formar agregados entre si, reduzindo a sua área superficial e, como consequência, reduzindo a exposição dos sítios ativos e, assim, a capacidade de adsorção. Segundo Ferreira e colaboradores (2014), essa redução no valor da capacidade de adsorção é devida à diminuição da relação adsorvato/adsorvente. Com relação à representatividade das isotermas de Langmuir e Freundlich, os modelos não se ajustaram bem ao processo trabalhado, porém pode-se dar destaque ao modelo de Langmuir, que apresentou coeficiente de correlação linear (R^2) maior que o modelo de Freundlich, conforme Figura 7 e Figura 8.

CONCLUSÃO

Após análise dos resultados obtidos neste trabalho, constata-se que a casca de banana modificada quimicamente é uma alternativa viável como bioadsorvente para a remoção do corante violeta genciana presente em efluentes da indústria têxtil. Dessa forma, evidencia-se a relevância desse tratamento para atender às exigências da legislação em vigor. A partir da dosagem da massa de adsorvente utilizada nos ensaios de construção das isotermas, foi possível observar que a maior eficiência de adsorção ocorreu com 1g do bioadsorvente em uma solução contendo 50 mg/L de violeta genciana, resultando em 81% de remoção do corante. Por fim, o estudo realizado confirmou a eficácia da casca de banana modificada quimicamente como bioadsorvente na remoção do corante violeta genciana. Esses resultados indicam um futuro promissor para o uso de bioadsorventes de baixo custo, de fácil preparação e que sejam amigáveis ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, B. C. Estudos sobre aplicação do pó da casca de pinhão para remoção de violeta genciana em solução aquosa. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2022.
2. FERREIRA, B.C. Application of a new carboxylate-functionalized sugarcane bagasse for adsorptive removal of crystal violet from aqueous solution: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
3. GORZIN, F. Adsorption of Cr(VI) from aqueous solution by adsorbent prepared from paper mill sludge: Kinetics and thermodynamics studies. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0263617416686976>.
4. JUNIOR, B. O. M. Setor Têxtil – Produção, comércio internacional e perspectivas para Brasil, nordeste, Ceará e Pernambuco em 2021. Caderno Setorial - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste (ETENE). 2021.
5. PASCHOAL, F. M. M., TREMILIOSI-FILHO, G. Aplicação da tecnologia de eletrofloculação na recuperação do corante Índigo Blue a partir de efluentes industriais. Quim. Nova, Vol. 28, No. 5, 766-772, 2005.
6. SILVA, E. L. Aplicação dos modelos de Langmuir e Freundlich no estudo da casca de banana como bioadsorvente de cobre (II) em meio aquoso. Revista Matéria, v.25, n. 02. 2020.



7. SILVA, N. C. R. Utilização da casca de banana como biossorvente para a adsorção de chumbo (ii) em solução aquosa. 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão.