

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO NA ÁGUA: MUSA ACUMINATA E CITRUS SINENSIS

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.13.22.IX-014>

Eduarda Gameleira Bernardino, Osvaldo Leite da Silva Junior, Francielli Gasparotto, Natália Ueda Yamaguchi
Universidade Cesumar, UNICESUMAR, Campus Maringá, Paraná, e-mail: eduardagbernardino@gmail.com

RESUMO

A indústria têxtil utiliza diferentes tipos de corantes para tingimento de tecidos, sendo necessária uma elevada quantidade de água para realização dessa etapa em seu processo produtivo. Ao chegarem em lagos e rios, efluentes com coloração alterada e contaminados com corantes causam danos ao ecossistema aquático local. O carvão ativado possui elevada eficiência na remoção de corantes em água, porém, seu custo ainda é muito elevado. A partir disso, essa pesquisadora objetivou utilizar resíduos orgânicos, casca de banana e casca de laranja, para avaliar a capacidade adsorvente do corante azul de metileno em amostras artificialmente poluídas. Os resíduos foram secos, triturados e peneirados, para sua utilização, sendo pesados 0,1 gramas de cada resíduo e submetidos a agitação por 60 minutos em 50 ml de amostra poluída artificialmente em 10 ppm de azul de metileno. O resíduo da casca de banana, obteve eficiência de remoção acima de 89%, a casca de laranja apresentou eficiência acima de 60%. Ambos os materiais são capazes de adsorver uma quantidade considerável do corante utilizado. Com isso, podemos concluir que é possível encontrar alternativas sustentáveis e econômicas utilizando resíduos orgânicos para o tratamento de efluentes contendo corantes industriais, já que são materiais que retornam a cadeia produtiva devido seu potencial de reutilização.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminante orgânico, Efluentes industriais, Resíduo, Sustentabilidade, Tratamento de água.

INTRODUÇÃO

O azul de metileno (AM) é um corante muito utilizado na indústria têxtil podendo ser facilmente encontrado diluído em seus efluentes, utilizando um elevado volume de água em seu processo de produção e necessitando de tratamentos específicos para sua degradação (FERREIRA *et al.*, 2019). Quando não tratado e despejados em rios e lagos, os efluentes contaminados com o azul de metileno são capazes de alterar a coloração da água, reduzindo a passagem dos raios solares e, conseqüentemente dificultando a atividade fotossintética realizada pela biota aquática, além de interferir e alterar o ecossistema natural do meio ambiente (HONORATO *et al.*, 2015).

Com isso, faz-se necessário o tratamento de efluentes contaminados por corantes industriais. Os métodos mais utilizados para esses tratamentos são a osmose reversa, precipitação, floculação, adsorção, entre outros (SILVA *et al.*, 2019). Sendo a adsorção uma importante etapa devido ao seu baixo custo de aplicação e fácil operação, já que não necessita de aparatos de grande porte (HONORATO *et al.*, 2015).

O carvão ativado é um dos materiais mais eficientes no processo de adsorção de contaminantes, porém, seu emprego é dificultado devido ao seu custo, sendo necessária a implementação de materiais alternativos para o tratamento de efluentes. Partindo do preceito da economia circular e química verde, a utilização de resíduos orgânicos com propriedades adsorventes, torna-se uma alternativa eficiente para esse método de tratamento, principalmente, devido ao baixo custo de aquisição e facilidade na preparação, além de conceder a esse resíduo um novo aproveitamento (ÇATLIOĞLU *et al.*, 2021).

A casca da fruta da espécie *Musa acuminata* (banana) é um resíduo que pode ser destinado ao uso para outros setores, como a fertilização e recuperação de solos degradados, alimentação animal e até mesmo como adsorvente para tratamento de efluentes. A sua utilização está condicionada a elevadas proporções de carboxila e hidroxila em sua cadeia química (ÇATLIOĞLU *et al.*, 2021). A banana é uma das frutas mais consumidas no Brasil, sua casca não possui finalidade econômica e na maioria das vezes é destinada ao lixo, sendo um resíduo orgânico. Esse resíduo da casca de banana contém fibras de biomassa e componentes naturais como a celulose, hemicelulose e lignina, e com pequenas modificações, esse resíduo possui uma elevada eficácia adsorvente (HASHIM; SAIED; HASANIN, 2020).

Estudos também comprovam que a utilização de alguns resíduos o bagaço da laranja, casca de banana e casca de coco, possuem elevado potencial para adsorção de corantes industriais no tratamento de efluentes, podendo ser aproveitado para a sua aplicação na cadeia sustentável (FERREIRA *et al.*, 2019).

OBJETIVO DO TRABALHO

Essa pesquisa objetivou avaliar a capacidade de adsorção da casca de banana (*Musa acuminata*) e da casca de laranja (*Citrus sinensis*) para remoção do corante azul de metileno na água.

METODOLOGIA

Na primeira etapa do processo, os resíduos de casca de banana e laranja foram fragmentados em partes de até 1 centímetro de comprimento, colocados em almofarizes separados, desidratados em estufa à 100°C por 24 horas, macerados com pistilo, e então, peneirados, tendo como produto final a farinha da casca de banana e farinha da casca de laranja.

Pesou-se 0,1 g de resíduo da casca da banana e da casca de laranja, sendo o experimento realizado em duplicata. Em cada amostra com os resíduos, foi adicionado 50 ml da solução concentrada de água destilada e azul de metileno na proporção 10 ppm (partícula por milhão) e, então, os frascos foram tampados e levados para a mesa agitadora de piso (LUCADAMA) na velocidade 150 rpm à 25°C por 60 minutos.

Durante o intervalo de 60 minutos de espera na agitação das amostras, foi realizado a leitura no espectrofotômetro UV-VIS (SP 2000 UV BEL), das soluções concentradas com azul de metileno nas proporções 1, 2, 5 e 10 ppm, utilizando-se cubetas de quartzo e o comprimento de onda em 664 nanômetros, isso para determinar a curva de calibração do equipamento em concentração por absorvância.

Ao final de 60 minutos de agitação no equipamento, as amostras foram levadas para a leitura também em cubetas de quartzo no espectrofotômetro UV-Vis ao comprimento de ondas de 664 nanômetros. Com o auxílio de uma pipeta, foi colocado nas cubetas somente o sobrenadante das amostras, não interferindo no material decantado ao fundo dos frascos amostrais, e então realizado a leitura no espectrofotômetro UV-Vis.

A capacidade de adsorção do azul de metileno foi determinada pelo seguinte modelo de equação:

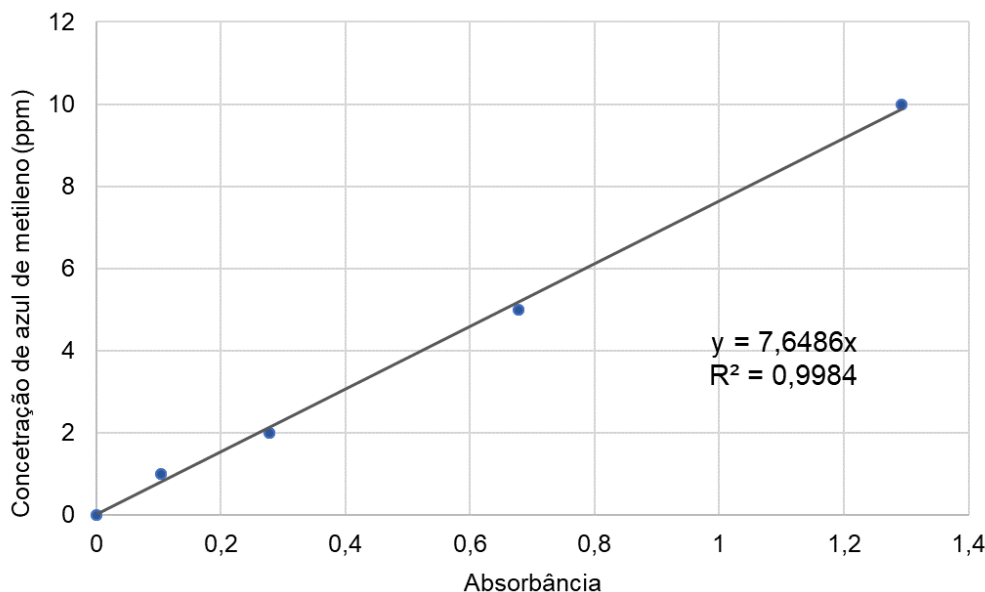
$$q_{\text{máximo}} = \frac{(C_0 - C)V}{m}$$

Sendo, $q_{\text{máximo}}$ (mg/g) a capacidade de adsorção do resíduo, C_0 (mg/L) a concentração inicial do azul de metileno diluído em água, C (mg/L) a concentração de azul de metileno ao final de 60 minutos de agitação, V (L) o volume da solução e m (g) a massa do resíduo.

RESULTADOS

A curva de calibração (Figura 1) realizada em laboratório demonstrou os seguintes dados de absorvância por determinadas concentrações de azul de metileno diluído em água.

Figura 1 - Curva de calibração do espectrofotômetro UV-Vis.



Fonte: Autores (2022).

Considerando que a absorvância medida pela curva de calibração na concentração de 10 ppm foi de 1,291, podemos determinar que ambos os resíduos foram capazes de adsorver certa quantidade de azul de metileno da água.

Tabela 1 - Média da absorvância, capacidade adsortiva e eficiência de adsorção do azul de metileno, ao final de 60 minutos de agitação.

PARÂMETROS	CASCA DE BANANA	CASCA DE LARANJA
Absorvância (A)	0,130	0,491
Capacidade adsortiva (mg/g)	4,43	3,02
Eficiência de remoção (%)	89,93	62,1

Fonte: Autores (2022).

Nos trabalhos realizados utilizando resíduos da casca de banana em diferentes formas, pesquisadores conseguiram atingir eficiências de remoção do corante azul de metileno em 94% com cascas de banana ativadas e 90% com cascas de banana inativadas, sendo, amostras agitadas por 120 minutos (AHMAD; DANISH, 2018).

Em relação a capacidade máxima adsortiva determinada por $q_{máximo}$, a literatura aponta valores muito distintos (Tabela 2). Em muitos trabalhos realizados utilizando diferentes partes da planta da espécie *Musa acuminta*, à medida que a capacidade adsortiva do resíduo aumenta, a eficiência de remoção diminui, dependendo do material da banana a ser utilizado, tempo de agitação, pH e ativação do resíduo (AHMAD; DANISH, 2018).

Tabela 2 – Capacidade adsortiva em (mg/g) encontrado na literatura.

MATERIAL	CAPACIDADE ADSORTIVA (mg/g)
Casca de banana ativada	0,15
Casca de banana inativada	0,12
Casca de banana	225
Resíduos de caule de banana	243,90
Folha de bananeira	109,89

Fonte: (AHMAD; DANISH, 2018).

Análises realizadas em microscopia de infravermelho caracterizando a superfície dos adsorventes, encontrou grupos amina, hidroxila e carbonila presentes nos adsorventes oriundos da banana. Complementa-se que esses grupos funcionais são sítios de ligação ativos para biossorção de moléculas de corante, como o azul de metileno, diluídos em água (AHMAD; DANISH, 2018).

A casca da fruta da espécie *Musa acuminata* (banana) é um resíduo que pode ser destinado o uso para outros setores, como a fertilização e recuperação de solos degradados, alimentação animal e até mesmo como adsorvente para tratamento de efluentes. A sua utilização está condicionada a elevadas proporções de carboxila e hidroxila em sua cadeia química (ÇATLIOĞLU *et al.*, 2021).

Natividade *et al.*, (2021) analisou a viabilidade do desenvolvimento de um compósito bioadsorvente com quitosana e fibra da casca de banana, já que a segunda possui alto potencial de absorver substâncias aniônicas, além de sua composição apresentar grupos funcionais orgânicos capazes de reagir com íons metálicos. Dessa maneira, estudou-se a possibilidade de degradação do Lauril Éter Sulfato de Sódio através do compósito (SILVA, 2014).

A laranja também é um fruto produzido em larga escala no Brasil e, sua casca possui compostos capazes de se ligarem a metais pesados através da doação de pares de elétrons, formando íons metálicos em solução aquosa e promovendo a remoção de metais pesados em diferentes concentrações. Essa alternativa de utilização de resíduos da casca da laranja tem ganhado cada vez mais espaço na comunidade científica por adsorção e modificação de biossorventes tratados quimicamente, levando em conta a disponibilidade do resíduo e seu baixo custo (RAJA RAO; BHARGAVI, 2013; SEN *et al.*, 2015). Podendo ainda, substituir o carvão ativado.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os resíduos orgânicos utilizados possuem alta capacidade de adsorção em parcelas de azul de metileno diluído em água. A casca de banana, apresentou maior desempenho que a casca de laranja na remoção do corante, podendo ser considerada um resíduo com elevado potencial adsorvente. Vale ressaltar a importância da utilização de bioadsorventes que não agridem o meio ambiente, pois além da sua disponibilidade, muitos resíduos tem a capacidade de retorno à cadeia produtiva de forma sustentável e econômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHMAD, T.; DANISH, M. Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 206, p. 330–348, 2018.
2. ÇATLIOĞLU, F. et al. Preparation and application of Fe-modified banana peel in the adsorption of methylene blue: Process optimization using response surface methodology. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 16, p. 100517, 2021.
3. FERREIRA, I. F. et al. Remoção do corante azul de metileno por adsorção em bagaço de coco (*Cocos nucifera* L.). Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS, v. 5, n. 2, p. 399–399, 2019.
4. HASHEM, A. H.; SAIED, E.; HASANIN, M. S. Green and ecofriendly bio-removal of methylene blue dye from aqueous solution using biologically activated banana peel waste. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 18, p. 100333, 2020.
5. HONORATO, A. C. et al. Biossorção de azul de metileno utilizando resíduos agroindustriais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 7, p. 705–710, 2015.
6. NATIVIDADE, J. R.; SILVA, S. C. A. P.; ARAUJO, Y. C. A. **Desenvolvimento de um compósito de quitosana reticulada e fibra da casca da banana-maçã para remoção de Lauril Éter Sulfato de Sódio em meio aquoso.** 2021. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2021.
7. RAJA RAO, P.; BHARGAVI, C. H. Studies on biosorption of heavy metals using pretreated biomass of fungal species. **International Journal of Chemistry and Chemical Engineering**, v. 3, n. 3, p. 171-180, 2013.
8. SEN, A. *et al.* Heavy metals removal in aqueous environments using bark as a biosorbent. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 12, n. 1, p. 391-404, 2015.
9. SILVA, F. et al. Biosorption of Methylene Blue Dye Using Natural Biosorbents Made from Weeds. *Materials* (Basel, Switzerland), v. 12, n. 15, p. E2486, 2019.