

APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE FRUTAS PARA APLICAÇÃO COMO BIOSORVENTE DE CORANTE EM SOLUÇÃO AQUOSA

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.XI-017>

Elaine de A. Oliveira Coringa (*), Gabriela Regina Rosa Galiassi, Juliana Conceição Bezerra, Mariana Aparecida de Lima Guimarães, Wesleyne Gabrieli de Almeida Silva

* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, elaine.coringa@ifmt.edu.br

RESUMO

O uso de adsorventes naturais como os subprodutos agroindustriais tem sido empregado especialmente por serem ambientalmente corretos e disponíveis, e seu uso diminui os impactos ambientais do seu descarte. Um método para aproveitamento desses resíduos é a sua transformação em produtos adsorventes para descontaminação ambiental, pois são capazes de reduzir contaminantes orgânicos e inorgânicos em solução aquosa pelo processo de adsorção química e/ou física. O mecanismo de adsorção é um dos métodos que estão sendo amplamente investigados com esta finalidade, especialmente no tratamento de efluentes contendo corantes e metais devido ao seu baixo custo e facilidade de operação, além da eficiência. Este estudo teve por objetivo utilizar resíduos do processamento de frutas (casca de maracujá, abacaxi, banana e acerola) na remoção de corante orgânico em solução aquosa a fim de avaliar sua eficácia como biosorvente. A biomassa de resíduos de frutas (acerola, abacaxi, banana e maracujá) foi seca em estufa e moída, e analisada suas propriedades físico-químicas. Para determinar a eficiência dos resíduos como adsorvente, foi determinada a capacidade máxima de adsorção (Q_e) do corante azul de metileno a 6,0 mg/L por 24 horas. Todos os resíduos apresentaram eficiência na remoção do corante acima de 60%, na sequência: banana > acerola > maracujá > abacaxi, indicando o potencial de adsorção de contaminantes por esses resíduos, especialmente na remoção de corantes catiônicos e metais potencialmente tóxicos.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa, adsorção, azul de metileno.

INTRODUÇÃO

A preocupação ambiental e considerações econômicas são os principais motivos para a utilização de recursos renováveis, tais como os materiais de origem orgânica conhecidos como biomassa de resíduos vegetais.

Grande parte dos resíduos gerados nas agroindústrias como cascas e bagaços são reaproveitados como ração animal e na produção de biocombustíveis, energia, adubos e insumos nas indústrias de alimentos e bebidas. Entretanto, grande parte ainda é descartada sem destinação adequada.

Um método para aproveitamento desses resíduos é a sua transformação em produtos adsorventes para descontaminação ambiental, pois são capazes de reduzir contaminantes orgânicos e inorgânicos em solução aquosa pelo processo de adsorção química e/ou física.

O processo de adsorção é uma operação de transferência de massa que envolve o acúmulo de substâncias na superfície de determinados materiais, e ocorre na interface de duas fases: uma superfície sólida, conhecida como adsorvente, e uma fase fluida chamada adsorvato (DE GISI et al., 2016).

A adsorção é empregada para a remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos de águas residuais de forma eficiente. Outros métodos como precipitação, seguido de coagulação, ou filtração por membrana, tem sido utilizado para a remoção de metais em efluentes. No entanto, estes processos possuem desvantagens como a remoção incompleta do poluente, elevada geração de lodo, alta demanda de reagentes e energia, lodos residuais com metais precipitados e incrustação de membranas (RIBAS; SILVA, 2022).

Dentre os materiais adsorventes utilizados podemos citar as bentonitas, zeólitas, argilas e diatomitas, óxidos e hidróxidos metálicos, carvão ativado, resinas de troca iônica, derivados de celulose, alumina, subprodutos industriais como escória, cinzas e lamas e as biomassas vegetais (casca e bagaços de frutas, casca de arroz, bagaço de cana, bagaço de malte, dentre outros) (BACELO et al, 2020).

Por isso, a procura de novos materiais biológicos de fonte renovável, baixo custo, fácil manuseio e com menor impacto ambiental vem sendo pesquisada para utilização em processos de adsorção não convencionais. O material

adsorvente tem a eficiência de interagir com as moléculas de resíduos poluentes adequando-se para tratamento de efluentes, fazendo a purificação de águas contaminadas por diversos contaminantes, tais como: agrotóxicos, metais, corantes e entre outros (LEMOS, 2012).

OBJETIVO

Utilizar resíduos do processamento de frutas (cascas de maracujá, abacaxi, banana e acerola) na remoção de corante orgânico em solução aquosa por meio da adsorção, a fim de avaliar sua eficácia como biosorvente descontaminante.

METODOLOGIA

Os frutos de maracujá, abacaxi, banana e acerola foram adquiridos no comércio local, retirados a polpa e coletadas as cascas (banana e abacaxi), cascas e sementes (acerola) e casca com mesocarpo (maracujá), lavados com água destilada, picados e secos a 65°C em estufa de circulação de ar até peso constante.

Os resíduos secos foram moídos em moinho de bolas e peneirados para obtenção da biomassa seca. Todos os resíduos de biomassa foram caracterizados quanto à: determinação da umidade, pH em água, condutividade elétrica, acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais (Brix), teor de cinzas segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foi determinado o Ponto de Carga Zero (PCZ) pela adição do resíduo em solução salina aquosa de NaCl 0,1 mol/L, sob 12 diferentes condições de pH inicial (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12), ajustados com NaOH 0,1 M ou HCl 0,1 M, sob agitação por 24 h a 100 rpm e 25 °C, com leitura do pH final da solução por potenciometria (DEOLIN, 2013).

Para determinar a eficiência dos resíduos como adsorvente, foi determinada a capacidade máxima de adsorção (Q_e) utilizando solução aquosa de azul de metileno de concentração inicial de 6,0 mg/L, sob agitação a 100 rpm e tempo de equilíbrio de 24 horas. Todas as determinações foram efetuadas em triplicata, em tubos Falcon de 50 mL e mesa agitadora.

A concentração final do corante nas soluções após a agitação com o adsorvente foi determinada por espectrofotometria de absorção no visível a 665 nm, em espectrofotômetro HACH DR/4000 UV-VIS após calibração utilizando azul de metileno como padrão. A curva analítica padrão foi construída a partir de soluções padrões de azul de metileno nas concentrações de 0,1; 0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10 mg/L, com pH igual a 8,00 (NOGUEIRA, 2020).

A capacidade máxima de adsorção foi determinada pela equação 1:

$$Q_e = [(C_i / (C_i - C_f) \times V) / m] \quad \text{equação (1)}$$

Foi também determinada a eficiência da adsorção por meio do cálculo da porcentagem de remoção do corante na solução a partir desses dados:

$$\% \text{ remoção} = [(C_i - C_f) / C_i] \times 100 \quad \text{equação (2)}$$

Q_e = capacidade máxima de adsorção (mg/g).

C_i = concentração inicial de azul de metileno (mg/L);

C_f = concentração final de azul de metileno (mg/L);

m = massa de adsorvente (g);

V = volume da solução (L);

RESULTADOS

Os resultados das análises químicas dos resíduos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas e de adsorção dos resíduos.

ANÁLISES QUÍMICAS	BANANA	MARACUJÁ	ABACAXI	ACEROLA
Umidade, %	10,39	16,30	9,03	7,8
Sólidos solúveis totais, °Brix	5,08	7,01	5,66	4,64
Acidez titulável, %	23,30	54,80	14,00	25,63
pH	5,67	3,84	4,15	3,63
Cinzas, %	10,05	7,44	5,04	2,07
Condutividade elétrica, ms/cm	8,10	5,96	3,02	10,61
PCZ	4,54	5,89	5,54	6,23
Capacidade máxima de adsorção (Qe), mg/g	1,29	0,92	0,94	0,967
Eficiência de remoção, %	86,70	65,31	62,81	74,2

Dos resíduos avaliados, os mais ácidos são de acerola e maracujá devido ao pH. Os que possuem mais substâncias dissolvidas na sua composição, como sólidos solúveis, é o resíduo de maracujá, com brix igual a 7,01. As cinzas indicam maior composição em minerais, e a casca de banana é a que apresentou maior teor. A medida da condutividade elétrica é uma medida indireta da concentração de íons dissolvidos, e a casca de banana e de acerola obtiveram maiores resultados. Todas essas características refletem a composição bromatológica da fruta, que diferem entre si principalmente nos teores de carboidratos, fibras e minerais. Eles influenciarão na composição em grupos funcionais na superfície do resíduo adsorvente, que irão funcionar como sítios de adsorção.

Entende-se por (PCZ) o ponto referente ao pH onde a superfície possui carga neutra. De acordo com Costa e Melo (2018), quando uma biomassa entra em contato com uma solução de pH superior ao PCZ a superfície dessa biomassa é carregada negativamente e adsorve, preferencialmente, cátions. Isso significa que, de acordo com o valor obtido PCZ, a biomassa pode atuar como trocadora catiônica (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2014). O PCZ é dado pelo ponto de inflexão do gráfico delta pH (pH final – pH inicial) e o pH inicial das soluções salinas, conforme ilustrado na Figura 1.

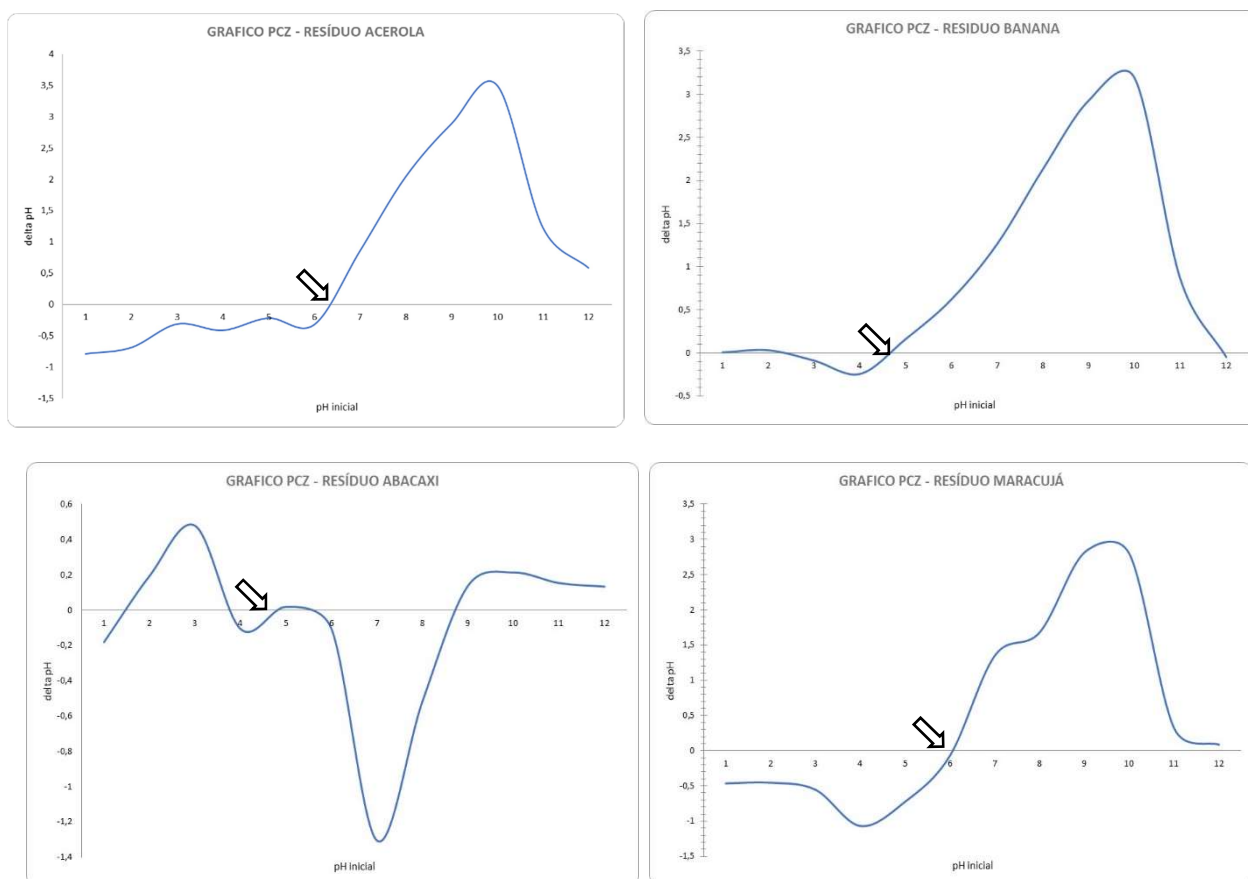


Figura 1: Gráficos do Ponto de Carga Zero (PCZ) dos resíduos. Fonte: os autores.

No caso dos resíduos analisados, a casca de banana tem maior eficiência como adsorvente catiônico acima do pH 4,54 da solução adsorvente, enquanto o resíduo de acerola irá adsorver cátions quando o pH da solução ultrapassar o valor do seu PCZ, que é de 6,23. Isso mostra que o resíduo de casca de banana pode atuar como adsorvente numa faixa mais ampla de pH, enquanto o de acerola será mais eficiente acima do pH 6.

No que diz respeito à adsorção propriamente dita, o valor Q_e indica a quantidade máxima de corante adsorvido à superfície do resíduo, após o tempo de contato de 60 minutos. Houve pouca diferença entre os valores obtidos, entretanto, o resíduo da casca de banana mostra maior valor Q_e de 1,29 mg/g e maior eficiência na remoção do corante, na faixa de 86,7%.

De forma geral, todos os resíduos do processamento de frutas apresentaram eficiência na remoção do corante acima de 60%, na sequência: banana > acerola > maracujá > abacaxi, indicando o potencial de adsorção de contaminantes por esses resíduos, especialmente na remoção de corantes catiônicos e metais potencialmente tóxicos.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos verificou-se que o uso da biomassa de resíduos do processamento de frutas é eficiente na remoção de corantes catiônicos e, por consequência, de metais, uma vez que adsorvem substâncias poluentes de carga positiva a partir do pH do seu PCZ, com destaque para a casca de banana, que apresentou melhores resultados de adsorção e remoção do contaminante em solução aquosa.

Por isso, a utilização de biomassa de resíduos como adsorvente é uma das técnicas promissoras e inovadoras utilizadas para remoção de contaminantes em efluentes de várias origens, pelo processo da biossorção. Contribui para diminuir os impactos ambientais da destinação inadequada desses resíduos ao mesmo tempo que pode ser utilizado como adsorvente, em baixas dosagens, de metais pesados e corantes em efluentes e águas contaminadas.

Esta pesquisa terá continuidade na avaliação dos fatores que interferem na adsorção desses resíduos, tais como pH, quantidade de biomassa, temperatura e tempo de equilíbrio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bacelo, H. et al. **Performance and prospects of different adsorbents for phosphorus uptake and recovery from water.** *Chemical Engineering Journal*, v 381, p.122566, 1 fev.2020
2. Costa, D. M. A.; Melo, J. J. S.. **Estudo da capacidade de remoção de azul de metileno pela biomassa da casca do limão taiti (Citus Latifolia).** *Holos Environment*, v. 18, n. 2, p. 271-282, 2018.
3. De Gisi, S.; Lofrano, G.; Grassi, M.; Notarnicola, M. **Characteristics and adsorption capacities of low-cost sorbents for wastewater treatment: A review.** *Sustainable Materials and Technologies*, v.9, p.10-40, 2016.
4. IAL - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo – Brasil). **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 4ª ed. [1ª edição digital]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
5. Lemos, M. R. B. A., Siqueira, E. M. A., Arruda, S. F., Zambiasi, R. C. **The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [Dipteryx alata Vog.].** *Food Research International*, v. 48, p. 592–597, 2012.
6. Nascimento, J. M. et al., - **Biossorção dos íons Cd^{2+} e Pb^{2+} utilizando a biomassa casca de pequi (Caryocar Brasiliense Camb) modificada com ácido cítrico.** *Revista de Ciências Ambientais*, vol. 8, p. 57-69, 2014.
7. Nogueira, G. D. R. **Carbonização hidrotérmica de resíduos de acerola (Malpighia emarginata D.C.): estudo de otimização, caracterização do hidrocarvão e aplicação.** Tese de Doutorado - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Química. 2020.
8. Ribas, F. B. T.; Silva, W. L. **Biossorção: uma revisão sobre métodos alternativos promissores no tratamento de águas residuais.** *Revista Matéria*, v.27, n.2, 2022.