

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DE POTENCIAL PARA POSSÍVEL BIOSSORVENTE: ANÁLISE DA CASCA DE ABACAXI

Divisão Temática

DT 3 – Inovação, tecnologia e processos produtivos

Autores: É. P. JOANELA¹; G. RAITZ²; J. P. W. HOFFMANN³; M. C. ZAPPELLA⁴; F. M. SOUZA⁵.

Projeto de Pesquisa Conectando Saberes

Resumo:

A crescente demanda industrial tem intensificado a preocupação com o descarte inadequado de efluentes contendo metais pesados os quais representam risco ambiental e à saúde humana. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial da casca de abacaxi (*Ananas comosus*) como bioissorvente alternativo e de baixo custo. O estudo envolveu a preparação do material e a realização de análises de caracterização físico-química, incluindo a determinação do Potencial de Carga Zero (PCZ), Espectroscopia de Infravermelho (FTIR) e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) fundamentais para compreender as propriedades superficiais e os grupos funcionais ativos da biomassa. Os resultados preliminares indicam que a casca de abacaxi apresenta potencial significativo para a adsorção de íons metálicos, destacando-se como um material promissor para o tratamento de efluentes contaminados.

Palavras-chave: Abacaxi; Bioissorvente; Caracterização; PCZ; FTIR.

Introdução

A intensificação das atividades industriais acarreta a geração de efluentes com elevadas concentrações de metais pesados, os quais liberam substâncias altamente tóxicas e que são dificilmente degradadas. Sua presença no ambiente representa risco para ecossistemas aquáticos, solos e, conseqüentemente, para a saúde humana (Ribeiro et al., 2013).

Nesse cenário, o desenvolvimento de métodos sustentáveis e economicamente viáveis para o tratamento desses efluentes torna-se fundamental. A utilização de resíduos

¹ Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – campus centro, erikapolidorojoanela@gmail.com.

² Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – campus centro, giovanaraitz02@gmail.com.

³ Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – campus centro, joapaulowolhoffmann@gmail.com.

⁴ Estudante do curso Técnico em química do IFSC Jaraguá do Sul – campus centro, moniquezapella9@gmail.com.

⁵ Professor das áreas técnicas de química do IFSC Jaraguá do Sul – campus centro, fernando.manzotti@ifsc.edu.br.

agroindustriais como bioissorventes surge como alternativa promissora, por aliar baixo custo, disponibilidade abundante e eficiência de remoção de contaminantes.

A casca de abacaxi, geralmente descartada como resíduo orgânico, apresenta estrutura fibrosa rica em grupos funcionais, como hidroxilas, carboxilas e carbonilas, que favorecem a adsorção de íons metálicos. Assim, o aproveitamento dessa biomassa não apenas contribui para a mitigação de impactos ambientais, mas também promove a valorização de subprodutos agrícolas no desenvolvimento de tecnologias limpas.

Fundamentação teórica

A caracterização de materiais bioissorventes é essencial para compreender seu comportamento em processos de adsorção. Entre os parâmetros avaliados, o Potencial de Carga Zero (PCZ), Espectroscopia de Infravermelho (FTIR) e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) são as principais ferramentas empregadas.

O PCZ indica o ponto em que a superfície do material apresenta carga elétrica nula. Abaixo desse valor, predomina carga positiva; acima, carga negativa. Esse parâmetro auxilia na compreensão das interações entre a superfície do bioissorvente e os íons presentes na solução (Park e Regalbuto, 1995). É importante tal caracterização pois, dependendo do efluente a ser tratados diferentes meios podem atrapalhar o método de adsorção e por sua vez forçar diferentes tipos de remoção, como por exemplo, a precipitação.

Já a FTIR permite identificar os grupos funcionais ativos na superfície do material. As bandas características obtidas no espectro revelam as ligações químicas que participam do processo de adsorção, possibilitando inferir os mecanismos de ligação entre o contaminante e a biomassa (Bruker Optics, 2025).

O MEV, por sua vez, tem como objetivo fazer com que os elétrons possam interagir com a matéria, fazendo assim com que ele emita sinais que conduzem a morfologia, e composição do material. Sendo uma análise física, é possível obter imagens com detalhes nanométricos, muito úteis para analisar e comparar com métodos adsorptivos.

Procedimentos metodológicos

O preparo do bioissorvente de casca de abacaxi seguiu metodologias adaptadas de Dacera et al. (2009) e Rodrigues (2019). As cascas foram inicialmente limpas e cortadas. Logo após, as amostras foram postas para secar a 100 °C por três horas. Após a secagem, o material foi triturado e peneirado em 0,420 mm e 0,600 mm, consideradas ideais para o processo de adsorção.

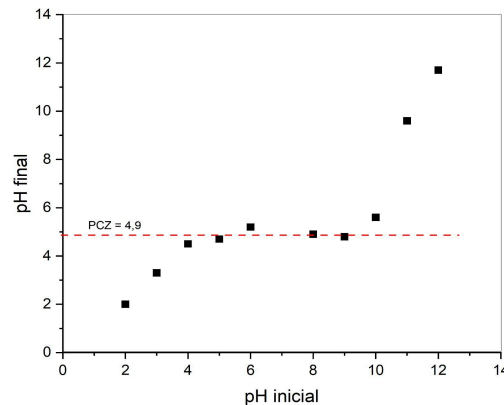
Para a caracterização do bioissorvente, foi determinado o Potencial de Carga Zero (pHPCZ) conforme a metodologia de Park e Regalbuto (1995). Foram preparadas soluções com pH variando de 2 a 12, ajustadas com HCl 0,10 M (pH 2–7) e NaOH 0,10 M (pH 8–12). A cada uma dessas soluções, adicionou-se 0,050 g da biomassa previamente preparada, a qual ficou sob agitação constante por 24 horas. Após o período de contato completo, os valores de pH final foram medidos utilizando um medidor de pH e os dados foram utilizados para a construção do gráfico 1 pH_{final} versus $\text{pH}_{\text{inicial}}$, que permite identificar o ponto em que as cargas superficiais do material se anulam.

Também foi realizada a Espectroscopia de Infravermelho (FTIR), técnica que visa identificar os grupos funcionais presentes na superfície do material. Para essa análise, foram utilizadas duas amostras: a casca de abacaxi antes do contato com a solução de Cr(VI) e o bioissorvente após o processo de adsorção. Os espectros obtidos ainda se encontram em fase de tratamento e refinamento para comparação e identificação das principais bandas características associadas às ligações químicas envolvidas no processo de adsorção.

Resultados e discussões

A determinação do Potencial de Carga Zero (PCZ) revelou que o ponto de carga neutra da casca de abacaxi ocorre em meio ácido, indicando que, em pH acima desse valor, a superfície do bioissorvente adquire carga negativa. Esse comportamento favorece a adsorção de íons metálicos positivos, como o Cr^{3+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} e etc. Assim, o mecanismo predominante de remoção do contaminante é a adsorção, e não a precipitação química, que ocorre apenas em pH alcalino (GHERROU et al., 2013).

A análise do gráfico $\text{pH}_{\text{final}} \times \text{pH}_{\text{inicial}}$ permitiu observar a estabilidade das medidas e a coerência dos resultados com estudos anteriores sobre materiais lignocelulósicos. O comportamento ácido do pHPCZ está relacionado à presença de grupos funcionais oxigenados, como hidroxilas e carboxilas, que doam prótons ao meio, conferindo carga negativa ao material em condições levemente básicas.

Figura 1: Potencial de Carga Zero (PCZ)

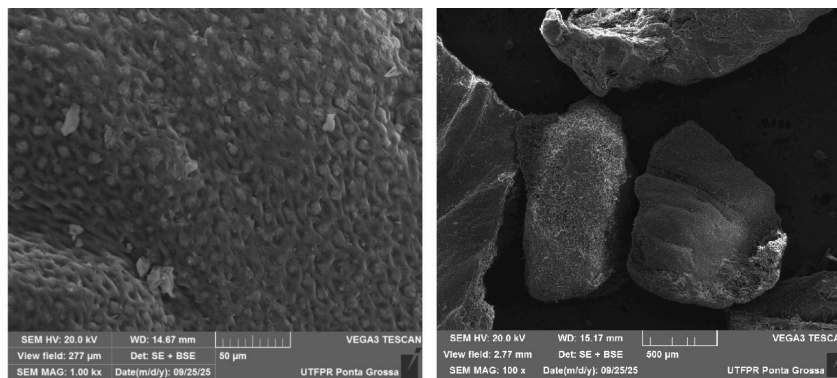
Fonte: Autores (2025).

Os resultados obtidos na Espectroscopia de Infravermelho (FTIR) ainda se encontram em fase de tratamento de dados, mas espera-se observar bandas características das ligações O–H, C=O e C–O, típicas de polissacarídeos e compostos fenólicos presentes na estrutura da casca de abacaxi. Essas bandas são indicativas dos sítios ativos responsáveis pela interação com íons metálicos, favorecendo o processo de adsorção.

Por fim, a análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) da biomassa da casca de abacaxi revelou superfície irregular, com cavidades e estruturas fibrosas, conferindo elevada área superficial e porosidade, favorecendo a fixação de íons metálicos. A rugosidade sugere múltiplos sítios ativos de adsorção, atribuídos a grupos funcionais como hidroxilas, carbonilas e carboxilas, a serem confirmados por FTIR. Ensaio de dessorção realizados com em solução de NaOH também mostraram remoção eficiente do íon Cr(VI) adsorvido, indicando que o processo predominante é a fisissorção, com interações eletrostáticas e possíveis ligações de hidrogênio estabelecidas. Esse comportamento demonstra que a ligação entre metal e adsorvente não é permanente, permitindo a reutilização da biomassa após regeneração.

Portanto, a casca de abacaxi apresenta potencial como adsorvente natural e alternativo na remoção de íons metálicos de soluções aquosas.

Figura 2: Microscopia Eletrônica de Varredura da biomassa da casca de abacaxi



Fonte: UTFPR – Campus Ponta Grossa, 2025.

Considerações finais

Com base nas análises de caracterização realizadas, observou-se que a casca de abacaxi apresenta propriedades físicas e químicas favoráveis à adsorção de íons metálicos, destacando-se a presença de grupos funcionais ativos e o comportamento de superfície em meio ácido.

Esses resultados preliminares reforçam o potencial da biomassa como biossorvente alternativo, valorizando esse resíduo orgânico e apontando para futuras aplicações no tratamento de efluentes contendo metais pesados.

Referências

BRUKER OPTICS. **O que é espectroscopia FT-IR?** Bruker: Infrared and Raman – Espectrômetros FT-IR de rotina. Disponível em: <https://www.bruker.com/pt/products-and-solutions/infrared-and-raman/ft-ir-routine-spectrometer/what-is-ft-ir-spectroscopy.html>. Acesso em: 02 out. 2025.

DACERA, Dominica et al. **Potential for land application of contaminated sewage sludge treated with fermented liquid from pineapple wastes.** Journal of Hazardous Materials, v. 167, p. 866-872, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389409001046>. Acesso em: 04 out. 2025.

GHERROU, Abdelaziz; RIVIERE, John. **Method for reducing chromium.** WO2013078553A1, 2013. Disponível em: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2013078553>. Acesso em: 04 out. 2025.

PARK, J.; REGALBUTO, J. R. **A simple, accurate determination of oxide PZC and the strong buffering effect of oxide surfaces in acetic acid.** Journal of Colloid and Interface Science, v. 175, n. 1, p. 239–252, 1995. Acesso em: 02 out. 2025.

RODRIGUES, Lanna Vanessa Silva. **Avaliação do potencial biossorvente da biomassa de cascas de abacaxi para remoção de agroquímicos em matrizes aquosas.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2019. Acesso em: 4 out. 2025.