

USO DA FARINHA DE CASCA DE BANANA COMO BIORSORVENTE DE ÍONS COBRE II NAS AULAS DE QUÍMICA

Cleisla Pereira Firmino¹
Pedro Paulo de Souza Silva²
Samara Ruthiely Araújo Borges³
Tatiana Aparecida Rosa da Silva⁴

Resumo: Compostos não biodegradáveis que mais se destacam são os metais pesados. Estes são, em sua maioria, tóxicos e não compatíveis com os tratamentos biológicos de efluentes existentes. Os métodos convencionais para remoção de contaminantes na água e solo nem sempre são adequados e eficientes, além do custo elevado e tecnologia pouco acessível para as indústrias. A casca de banana contém substâncias químicas que atuam como ligantes dos contaminantes dos efluentes líquidos. Este trabalho teve como objetivo utilizar a farinha da casca de banana como biossorvente em efluente sintético com cobre II. Os resultados encontrados com o teste de biossorção demonstraram uma remoção de 97,17% dos íons de cobre II da água, evidenciando que a farinha da casca de banana tem ótimas condições para ser utilizada como biossorvente de metais pesados, como o cobre II.

Palavras-chave: Adorção. Biossorvente. Farinha de casca de banana. Metais pesados.

USE OF BANANA PEEL FLOUR AS A COPPER II ION BIOSORBENT IN CHEMISTRY CLASSES

Abstract: The most prominent non-biodegradable compounds are heavy metals. These are, for the most part, toxic and not compatible with existing biological effluent treatments. Conventional methods for removing contaminants from water and soil are not always adequate and efficient, in addition to the high cost and technology that is not very accessible to industries. Banana peel contains chemical substances that act as binders for contaminants in liquid effluents. This work aimed to use banana peel flour as a biosorbent in synthetic effluent with copper II. The results found with the biosorption test demonstrated a removal of 97.17% of copper II ions from the water, showing that banana peel flour has excellent conditions to be used as a biosorbent for heavy metals, such as copper II.

Keywords: Adoration. Biosorbent. Banana peel flour. Heavy metals.

INTRODUÇÃO

Os compostos não biodegradáveis que mais se destacam são os metais pesados. Estes são, em sua maioria, tóxicos e não compatíveis com os tratamentos biológicos de efluentes existentes. Efluentes contaminados com metais pesados tem toxicidade que causa alterações no sistema nervoso, digestivo, dores de cabeça, dentre outros males. Além disso, estes são

¹ Discente do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4832125062921960> Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6816-8456> E-mail: cleislap@gmail.com.

² Discente do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0294978218606390> Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-3298-6891> E-mail: pedropdesouzasilva@gmail.com.

³ Discente do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7013503457824845> Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-9193-7101> E-mail: samararuthiely9@gmail.com.

⁴ Professora Adjunta do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Itumbiara. Doutora em Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4437253147512334> Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2531-6282> E-mail: tatiana.silva@ifg.edu.br.

responsáveis por problemas ambientais causados pelo aumento considerável do descarte de efluentes contaminados em rios, mares e solo (SILVA, 2014).

Segundo Silva (2014), os métodos convencionais para remoção de contaminantes na água e solo nem sempre são adequados e eficientes, além do custo elevado e tecnologia pouco acessível para as indústrias. Dentre esses métodos, estão a fitorremediação, biorremediação, precipitação química, troca iônica e adsorção com carvão ativado. Diante disso, a busca por materiais alternativos é uma forma de tratar esses resíduos de forma acessível e simples.

A espectrofotometria é um método de análise química que trabalha com as propriedades de interação da matéria com a luz. O equipamento utilizado para realizar essa medição é o espectrofotômetro, ele emite um feixe de luz branca que atravessa a solução e mede a quantidade de luz absorvida por ela. As análises podem ser quantitativas ou qualitativas, identificando a concentração de uma substância conhecida ou até mesmo a presença de uma substância desconhecida. Isso acontece porque cada substância tem características próprias de absorção, que variam conforme o tipo, cor e concentração da substância (PAVIA, 2010).

A radiação eletromagnética que compreende a região ultravioleta (UV) é de 100-400 nm e, em seguida tem-se o visível (VIS), de 400-800 nm.. A absorção dessa radiação, que ocorre em íons, molécula e átomos, compreendem transições eletrônicas, onde os elétrons passam de um estado de baixa energia para outro de maior energia. A luz absorvida pelo meio depende do percurso óptico da radiação, da concentração e do próprio coeficiente de absorção molar da substância absorvente. Assim, é possível por meio da Lei de Lambert–Beer (a absorbância de um material é diretamente proporcional a sua concentração), verificar quando a luz incide sobre o material, outros fenômenos ópticos podem acontecer e são complementares à absorção (SKOOG et al., 2006).

A adsorção trata-se de “uma operação unitária conhecida desde 1773, por C. W. Scheele, que observou a capacidade de adsorção de vapores de algumas substâncias porosas” (FONSECA, p.35, 2023). Essa operação visa separar os compostos de uma mistura através da transferência de massa entre uma fase fluida (vapor, gás ou líquido) e um adsorvente sólido. Os elementos que compõem esse processo são o adsorvente (material em que os compostos ficam retidos em seus poros) e o adsorvato (compostos que serão retidos da fase fluida).

A biossorção pode ser definida, de forma genérica, como um processo físico-químico que remove substâncias de uma solução, normalmente água com o adsorvato dissolvido ou suspenso, por meio de um material biológico, com ou sem metabolismo. O biossorvente utilizado pode ser desde algas marinhas, ervas daninhas, resíduos industriais, dentre outros

(KRUGER, 2023). Em meio à constante procura por abordagens sustentáveis para a remoção de metais pesados, surge a possibilidade de utilizar a farinha da casca de banana como bioissorvente para íons de cobre (Cu^{2+}).

A casca de banana contém substâncias químicas que atuam como ligantes dos contaminantes dos efluentes líquidos. Utilizar este resíduo como adsorvente diminui o impacto ambiental de duas formas: reduzindo o impacto ambiental da quantidade do resíduo que se tornaria um poluente e reutilizando para a remoção de contaminantes no processo (FONSECA, 2023). A casca da banana tem em sua composição grupos carbonila e hidroxila, moléculas carregadas negativamente. Já os metais pesados são carregados com cargas positivas, logo, quando a farinha da casca de banana é colocada em contato com a água contaminada, ela se une aos metais (CAMPOS, et al. 2022).

A farinha da casca de banana contém elevadas proporções de materiais orgânico-minerais. São 35% de amido, 31% de açúcares totais, 65% de umidade, 13% de cinzas, 10% de lipídeos e 8,8% de proteínas. Em suma, a farinha é rica em grupos funcionais que interagem com os íons metálicos (CAMPOS, et. al., 2022). Basicamente, a farinha da casca de banana atua como um material adsorvente, onde as partículas de cobre ficam retidas na superfície da casca. Essa propriedade pode ser explorada em processos de purificação de água, removendo o cobre presente nesta.

Este trabalho tem o objetivo de explorar as propriedades bioissorventes da farinha da casca de banana, investigando a eficiência da mesma na adsorção seletiva de íons de cobre.

MATERIAIS E MÉTODOS

IDENTIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa e experimental, que visa “[...] determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.” (GIL, p. 47, 2002). A natureza quantitativa da análise permite, após o tratamento estatístico dos dados, a produção de tabelas que auxiliam na redação do trabalho. Esta pesquisa traz um relato de experiência sobre uma prática desenvolvida pela disciplina de Introdução aos Métodos instrumentais de análise, onde os experimentos conduzidos em duas aulas semanais,

durante três semanas, por alunos do curso de Licenciatura em Química em conjunto com o docente da disciplina.

PREPARAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE BANANA

As cascas de banana foram secas em estufa a 60°C por 24 h seguido de 100° C por 48 horas (PIOVEZAN et. al., 2017). Em seguida, foram trituradas em almofariz e pistilo e peneiradas para a separação das partículas. A farinha foi lavada com água deionizada. O processo foi repetido até que a água ficasse praticamente transparente e esta foi filtrada e reservada para o ensaio de biossorção.

48

PREPARAÇÃO DAS SOLUÇÕES E CONSTRUÇÃO DA CURVA DE CALIBRAÇÃO

O espectrofotômetro é um instrumento de análise, amplamente utilizado em laboratórios de pesquisa, capaz de medir e comparar a quantidade de luz (radiação eletromagnética) absorvida, transmitida ou refletida por uma determinada amostra, seja ela solução, sólido transparente ou sólido opaco. Este instrumento possui uma fonte de luz, onde, a luz refletida pela amostra é separada de acordo com o comprimento de onda, desta forma os sensores, medem a quantidade de luz recebida em várias regiões de comprimento de onda, sendo, usado para identificar e determinar as concentrações de substâncias (PAVIA, 2010).

Para os ensaios preparou-se uma solução aquosa de 50 mL de CuSO₄ anidro para a produção de uma solução 1000 mg L⁻¹. Utilizou-se como complexante uma solução de hidróxido de amônia (20% m/v) preparada em um balão volumétrico de 25 mL. Foi construída a curva de calibração com as soluções padrão de cobre II, e elas foram preparadas à partir da diluição da solução estoque nas concentrações: 20, 40, 100, 200 e 400 mL L⁻¹. Antes da leitura no espectrofotômetro, foram transferidos 4 mL das soluções diluídas para as cubetas e adicionados 4 uL da solução 20% m/v de hidróxido de amônio para a complexação e formação de uma cor azul intensa. As soluções foram lidas em um espectrofotômetro UV-VIS no comprimento de onda de 610 nm.

ENSAIO DE BIOSSORÇÃO

Foram preparadas soluções de 100 e 200 mg/L a partir da solução de 1000 mg/L de cobre II em um balão volumétrico de 25 mL. Em dois Erlenmeyer, foi pesado cerca de 100 mg da farinha da casca de banana. Sobre a farinha, foi adicionado à solução preparada no balão de 25 mL nas concentrações 100 e 200 mg/L e estas foram mantidas sob agitação durante 30 minutos.

Os resíduos foram deixados em repouso por 10 minutos para a sedimentação do adsorvente. Retirou-se 4 mL do sobrenadante e este foi transferido para a cubeta, na qual adicionou-se 400 uL da solução 20% m/v de hidróxido de amônia. A absorbância foi determinada em 610 nm. A leitura foi realizada em triplicata para cada concentração.

49

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente a turma foi contextualizada do assunto e da importância de processos de separação de íons metálicos, então estes conduziram uma pesquisa na literatura sobre adsorção de metais em cascas e fibras naturais para uma melhor compreensão do processo. Com a pesquisa bibliográfica, foi feita uma discussão sobre o assunto, e de como seria o procedimento experimental baseado no princípio da espectroscopia.

Foram então desenvolvidas as etapas de preparo do bioissorvente, confecção da curva de calibração do íon cobre II, e execução do ensaio de bioissorção.

O bioissorvente preparado a partir da farinha da casca de banana foi devidamente peneirado e lavado até que a água apresentou um aspecto praticamente transparente, com tons amarelos mais claros (Figura 1). O material utilizado foi seco em estufa a 100°C por 2h. Dentre os metais, que podem ser adsorvidos pela casca da banana, destacam-se: o Cu, Zn, Cd e Pb (CRUZ, et al, 2009).

Figura 1 - Preparo do bioissorvente a partir da farinha da casca de banana



Fonte: Autores (2023)

A calibração é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento de medição ou sistemas de medição ou valores representados por uma medida materializada ou material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidas por padrões. A função de calibração é definida como a relação funcional do procedimento de medições químicas que se refere ao valor esperado do sinal observado, y , ou variável resposta, $E(y)$, dada uma certa quantidade de analito x . Desta forma é possível quantificar uma substância em função da sua absorbância.

A curva de calibração do Cu^{2+} foi construída experimentalmente com a correlação da absorbância versus concentração de soluções padrão de cobre, utilizando o programa *Microsoft Excel* (editor de planilhas) (Tabela 1).

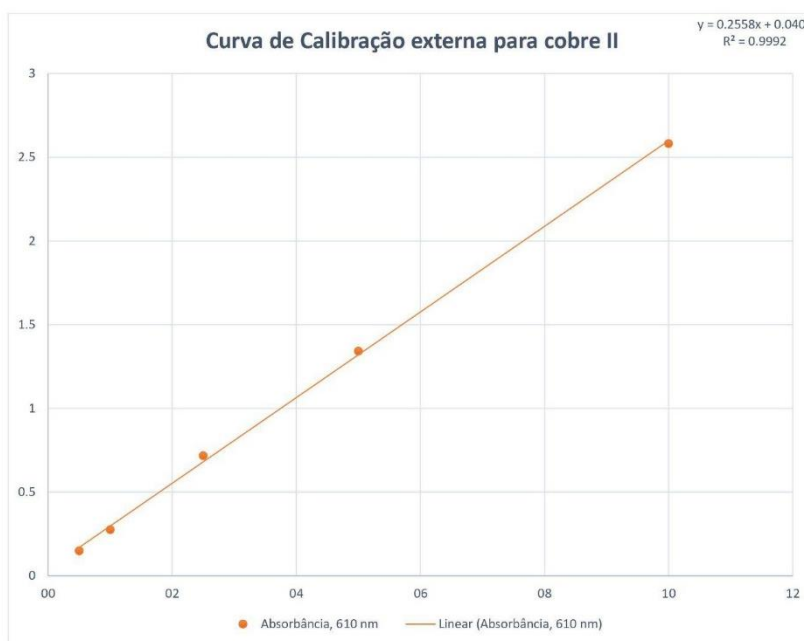
Tabela 1 - Concentração de cobre II versus absorbância, 610 nm

Concentração	Absorbância, 610 nm
10,0	2,582
5,0	1,342
2,5	0,717
1,0	0,275
0,5	0,149

Fonte: Autores (2023)

A figura 2 abaixo apresenta a curva de calibração externa de Cu^{2+} construída através da diluição em 20, 40, 100, 200 e 400 mg/L. A curva de calibração, conforme Félix (2019), serve para obter o sinal de resposta (absorbância) como uma função da concentração conhecida do analito. A curva é preparada a partir da construção do gráfico com os dados obtidos nas leituras de absorbância.

Figura 2 - Curva de calibração externa para Cobre II



Fonte: Autores (2023)

A partir da curva de calibração, obteve-se a equação de curva analítica ($y = 0,2558x + 0,0409$), com valor do coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,9992. De acordo com esses dados a técnica utilizada é adequada a quantificação do analito cromo, por se ajustar a uma relação de linearidade.

De acordo com Mezzari (2002) a adsorção de poluentes de soluções aquosas pode ser um método atraente para o tratamento adjunto de efluentes industriais. A adsorção é o processo de transferência de um ou mais componentes (adsorventes) de uma fase líquida para a superfície de uma fase sólida (adsorvente). Durante esse processo, as moléculas presentes na fase líquida são atraídas para a interface devido força molecular existente entre as moléculas presentes na casca e o íon metálico.

Os valores de absorvância obtidos com a bioissorção encontram-se na tabela 2. Onde se pode perceber até por observação visual da cor que houve a adsorção dos íons no material sólido.

Tabela 2 - Bioissorção com 100 mg de farinha de casca de banana

Bioissorção (amostra)	Absorvância média
Branco	0,00
100 mg/L	0,7635
200 mg/L	1,491

Fonte: Autores (2023)

Substituindo os valores na equação, obtém-se a bioissorção com ambas as quantidades do bioissorvente. Para a solução de 100 mg/L, a quantidade adsorvida foi igual a 2,8248 mg/L, enquanto para a solução de 200 mg/L, a quantidade foi de 5,6688 mg/L. A partir dos resultados, considera-se que houve boa bioissorção com a farinha da casca de banana. Os testes realizados comprovaram, portanto, a eficácia do material, redução de aproximadamente 97,17% para ambas as soluções (100 e 200 mg/L).

No trabalho de Santana, Santos e Resende (2020), a fibra da banana também obteve um ótimo desempenho e diminuiu os metais pesados presentes na solução aquosa.

A casca da banana é composta por 75% de água e 25% de matéria seca, enquanto a farinha da casca de banana apresenta altos teores de material orgânico-mineral, contendo 35% de amido, 31% de açúcares totais, 65% de umidade, 13% de cinzas e 10% de lipídios e 8,80% de proteínas. Este último é um material rico em grupos funcionais orgânicos que interagem com íons metálicos (REUDON; CARVALHO; JÚNIOR, 2019).

Uma das vantagens do uso da casca de banana como bioissorvente trata-se do fato deste ser considerado um resíduo, ou seja, além do baixíssimo custo, ser uma matéria-prima natural e biodegradável, a casca de banana ainda é sustentável (PIOVEZAN, *et al.*, 2017). Assim, a casca de banana, um resíduo agroindustrial, é promissor na remoção de metais pesados em meios aquosos.

CONCLUSÃO

Através deste trabalho, conclui-se que a farinha de banana é um ótimo bioissorvente para íons de cobre (Cu^{2+}), sendo uma matéria-prima de baixo custo, amplo acesso e de fácil preparo. Com isso, fica evidente suas propriedades e a sua eficácia, sendo uma ótima opção sustentável para remoção de metais pesados. Salienta-se que sua remoção por volta de 97,17%, um resultado surpreendente que junto com o seu coeficiente de variação (R^2) = 0,9992, evidenciando os bons resultados obtidos durante o teste de bioissorção.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, D. B., *et. al.* **Produção de filmes biodegradáveis a partir da casca de banana (musa Sp, grupo AAA) para remoção de Fe^{2+} em águas residuais.** 2022. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Química) - Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina (Jardim Satélite - São Paulo), São Paulo, 2022.

CRUZ, M. A. R. F. et al. **Farinha da casca da banana: um bioissorvente para metais pesados de baixo custo.** In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 32, 2009, Fortaleza. Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T0837-1.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

FELIX, W. da. S. **Curva de Calibração por Padrões Externos para o Cobre (II) por Espectrofotometria na Região do Ultravioleta-Visível.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) - o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. 2019.

FONSECA, N. A. V. da. **Utilização de bioissorventes produzidos a partir da casca de banana para a remoção de bisfenol-A presente em efluente sintético.** 2023. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.

KRUGER, Gabriel Fiori. **Adsorção de metribuzin em leito fixo de adsorvente derivado de casca de banana.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2023.

LIMA, Luís Spencer. **Lei de Lambert–Beer.** *Revista de Ciência Elementar*, Cidade do Porto, Portugal, 2013. Disponível em: Lei de Lambert–Beer - Revista de Ciência Elementar. Acesso em: 24 jun. 2022.

MEZZARI, Isabela Anna. **Utilização de carvões adsorventes para o tratamento de efluentes contendo pesticidas.** 2002. 117 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química,

Departamento de Engenharia Química e Alimentos, **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2002.

PAVIA, Donald L; LAMPMAN, GM; KRIZ, GS; VYVYAN, JR, **Introdução à espectroscopia**, Cengage Learning, 2010

PIOVEZAN, M. *et al.* Farinha de casca de banana como bioissorvente para cobre (Cu²⁺): uma proposta prática para tratar resíduos. **Revista Agronomia Brasileira**, São Paulo, 2017, v. 1, p. 1-5. 2017.

REUDON, F.; CARVALHO, G.; JÚNIOR, S. Q. Bioissorventes de farinha de casca de banana para a adsorção de metais pesados em rios e lagos. In: **Anais JOIN / Brasil - Portugal**, VI, 2019, Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/57520>>. Acesso em: 05 nov. 2023.

SANTANA, Jeferson Santos; DOS SANTOS, Bianca Rodrigues; DE OLIVEIRA RESENDE, Brenda. Utilização da casca de banana como bioissorvente para adsorção de metais pesados viabilizando sua utilização em águas residuárias da indústria galvânica. **INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation** (ISSN 2357-7797), v. 8, n. 1, p. 143-157, 2020.

SILVA, Nayara Cristina Romano. **Utilização da casca de banana como bioissorvente para a adsorção de chumbo (II) em solução aquosa**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

SKOOG, Douglas A. et al. **Fundamentos de química analítica**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Goiás, campus Itumbiara, e ao Núcleo de Pesquisas em Química (NUPEQUI).

Recebido: 17 de março de 2024.

Aceito: 15 de julho de 2024.