

Produção de gel adsorvente de metais tóxicos a partir de cascas de banana

Production of toxic metal adsorbent from banana peels

RESUMO

Efluentes industriais são a principal fonte de contaminação por metais tóxicos, prejudicando a fauna e a flora aquática. Uma solução que vem se mostrando muito competente é a adsorção, empregando biossorventes de baixo custo para tratamento desses efluentes. O presente trabalho aborda a produção e caracterização de um gel para adsorção de metais tóxicos. Contudo, após a caracterização e otimização das condições de adsorção, concluiu-se que a conversão da casca de banana em gel não apresentou resultados satisfatórios devido a oclusão pelo gel de alguns sítios ativos presentes na superfície da casca de banana.

PALAVRAS-CHAVE: Biossorção. Efluentes. Toxicidade.

ABSTRACT

Industrial effluents are the main source of contamination by toxic metals, damaging aquatic fauna and flora. One solution that has proved to be very competent is adsorption, employing low cost biosorbents in the treatment of these effluents. The aim of this article was the production and characterization of a gel that is efficient in the adsorption of toxic metals. Besides, after characterization and optimization of adsorption conditions, the obtained results were not interesting, once the gel reduce the adsorption efficiency of the banana peel by trapping active sites naturally present in the surface.

KEYWORDS: Biosorption. Effluents. Toxicity.

Vitória Maria Freire
vitoriafreire@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Marcos André Bechlin
mabec89@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O termo metal tóxico é comumente utilizado para descrever substâncias com teor de toxicidade. O aumento da atividade industrial levou ao crescimento na deposição destes elementos no meio ambiente, principalmente, nos corpos d'água. Esse crescimento vem afetando exponencialmente a fauna e a flora aquática, comprometendo toda a biodiversidade. A absorção e nocividade podem ser diversificadas de acordo com cada organismo e levando em consideração fatores como a temperatura, pH e etc (CASTRO, 2015).

A principal fonte de contaminação por metais tóxicos provém dos efluentes industriais. Para remover os elementos desta matriz, diversas metodologias podem ser empregadas. Dentre as várias possibilidades de tratamento que podem ser utilizadas, a adsorção é a mais amplamente empregada devido ao seu custo reduzido e facilidade de manuseio (JIMENEZ; DAL BOSCO; CARVALHO, 2004).

A adsorção consiste na separação de substâncias presentes em fluídos por transferência de massa, a partir da capacidade de retenção que alguns sólidos têm em sua superfície externa (NASCIMENTO et al., 2014). Inúmeros materiais podem ser usados como adsorventes, desde polímeros orgânicos sintéticos até materiais de reuso.

Neste sentido surge a biossorção, a qual emprega rejeitos naturais como casca de arroz, bagaço de cana, casca de coco que passam por processos de tratamento térmico sendo convertidos em materiais adsorventes, os quais têm apresentado resultados satisfatórios na remoção de metais tóxicos de efluentes. O uso de biossorventes é atrativo, pois os mesmos têm baixo custo e são renováveis (FONTANA et al., 2016; ROCKER et al., 2019).

De acordo com a Organização das Nações Unidas, em 2017 a banana foi uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzidas aproximadamente 125,3 milhões de toneladas, distribuídas em 128 países. No Brasil, no mesmo ano, foram produzidas 6,7 milhões de toneladas, sendo assim, o 4º maior produtor da fruta no mundo (BAPSTISTELLA; COELHO; GHOBRIEL, 2019). Embora a indústria alimentícia utilize muito a banana para produção de doces, chips, farinhas e biomassa, as cascas ainda são descartadas, acarretando uma enorme quantidade de resíduos sólidos orgânicos em aterros.

Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir um gel adsorvente para metais tóxicos a partir de cascas de banana, que fosse funcional, tivesse fácil transporte e aplicabilidade, caracterizando e analisando a eficácia do mesmo na adsorção de diferentes metais.

MATERIAIS E MÉTODOS

As cascas de banana foram coletadas no restaurante universitário da UTFPR - Campus Ponta Grossa. Após a coleta, estas foram colocadas em estufa com circulação de ar por um período de 36 h à 85 °C. Em seguida, a temperatura foi elevada para 105 °C por 30 min para remoção da umidade remanescente. Depois de secas, as cascas foram moídas em moinho de facas, equipado com peneira de 30 mesh, obtendo-se um pó fino e homogêneo.

Posteriormente, as cascas de banana moídas foram empregadas na produção de géis com diferentes massas de casca, de modo a observar o efeito da massa de casca na eficiência de adsorção do material.

Para a produção do primeiro composto foram pesados 2,0071 g de casca. Em um béquer adicionou-se a casca moída juntamente com 50 mL de água destilada, sendo a mistura mantida sob agitação constante durante o processo, com auxílio de um agitador magnético. Em seguida, acrescentou-se aproximadamente 3,0 g de carbopol e 5 gotas de trietanolamina. Neste ponto, houve a formação da consistência de gel no material. Então, adicionou-se um composto biocida para evitar que o gel sofresse a ação de fungos ou outros de modo a inviabilizar sua utilização a longo prazo. Ainda, para aumentar a taxa de adsorção do gel incorporou-se a mistura 1,0 g de EDTA dissódico.

A produção do segundo protótipo seguiu o mesmo procedimento, porém a massa de casca de banana moída pesada foi de 4,0083 g.

Para avaliar as diferentes massas de casca, foram pesados 2,0399 g do primeiro gel em um béquer e 2,0130 g do segundo em outro béquer. Adicionaram-se, em seguida, 100 mL de uma solução $1,97 \text{ g L}^{-1}$ de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) em cada um dos béqueres.

Para construção de curvas de adsorção, alíquotas de 2,5 mL foram retiradas dos béqueres nos seguintes tempos: 0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75 e 90 min. Para cada uma das alíquotas coletadas monitorou-se a absorbância da solução de cobre empregando um espectrofotômetro UV-Vis, no comprimento de onda de 808,5 nm.

Após definir o gel com maior eficiência, realizaram-se experimentos de modo a otimizar o pH de trabalho e a massa do gel a ser empregada. No que se refere ao pH, pesaram-se massas de aproximadamente 3,0 g de gel, em triplicata, e adicionou-se aos béqueres 100 mL de soluções com pH 4,0; 7,0 e 10,0, respectivamente. Para a avaliação da massa, pesaram-se 4 béqueres com as seguintes massas de gel: 1,0920 g; 2,0701 g; 4,0805 g e 5,0322 g. Cada massa de gel ficou em contato com solução $1,97 \text{ g L}^{-1}$ de Cu por 120 min, sendo medidas as absorbâncias das soluções nos tempos 0, 15, 30, 60, 90 e 120 min.

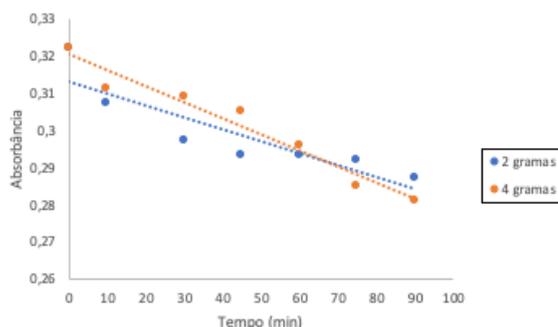
Para avaliar a capacidade de adsorção de metais tóxicos no gel, foram testadas soluções de Cr^{3+} , Cr^{6+} e Pb. Então, preparam-se soluções de trabalho na concentração de 10 mg L^{-1} , a partir de soluções estoque 1000 mg L^{-1} de Cr^{3+} e Cr^{6+} . Em béqueres pesaram-se 5,0890 e 5,0577 g de gel sendo estas colocadas em contato com 100 mL de solução de Cr^{3+} e Cr^{6+} , respectivamente. Cada amostra de gel ficou em contato com as soluções de cromo por 120 min e alíquotas de 10 mL foram retiradas nos tempos 0, 5, 15, 30, 60 e 120 min para serem analisadas posteriormente por espectrometria de absorção atômica.

Preparou-se a partir de solução estoque 1000 mg L^{-1} de Pb, uma solução de trabalho na concentração de 10 mg L^{-1} . Em um béquer pesou-se 5,0038 g de gel sendo colocada em contato com 100 mL de solução de Pb. A amostra de gel ficou em contato com a solução de chumbo por 120 min e alíquotas de 10 mL foram retiradas nos tempos 0, 5, 15, 30, 60 e 120 min para serem analisadas por espectrometria de absorção atômica posteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliar o efeito da massa de casca na eficiência de adsorção do material, foram preparados dois géis com massas de 2 e 4 g de casca de banana em sua composição, estes foram então avaliados de modo a estabelecer sua efetividade na adsorção de metais. Na Figura 1 são apresentadas as curvas obtidas para o gel com 2 g e 4 g de casca de banana.

Figura 1 – Comparativo dos protótipos de gel com diferentes massas de casca



Fonte: Autoria própria (2020).

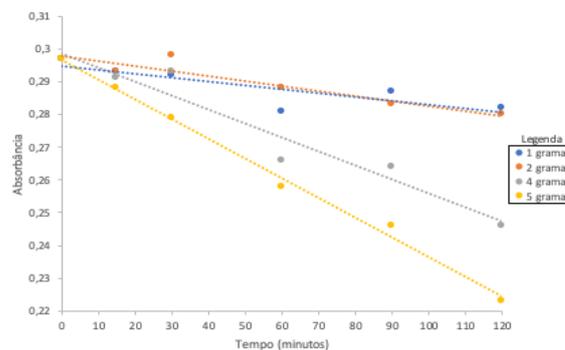
Analisando a Figura 1 observa-se que inicialmente o gel com 2 g de casca apresentou uma maior velocidade de adsorção, porém, devido a menor massa de adsorvente presente no gel, os sítios de adsorção foram saturados após 45 min, o que foi demonstrado pela estabilização no sinal mensurado nos pontos seguintes. Já o gel produzido com 4 g de casca teve uma adsorção mais lenta, porém, devido à maior disponibilidade de pontos para adsorção o sinal de Cu continuou reduzindo durante todo o intervalo de tempo avaliado.

Tendo em vista a maior efetividade, optou-se por realizar os testes posteriores utilizando o gel produzido com 4 g de casca, apesar da menor velocidade de adsorção do mesmo.

Após a escolha do protótipo de gel a ser empregado, realizou-se a otimização do pH de trabalho. Em pH básico houve a aglomeração de gel e a perda da efetividade do mesmo, devido a formação de uma grande massa de precipitado. Já em condições ácidas, o gel se dissolvia devido às condições de manutenção de sua estrutura. Assim, observou-se que o gel só era efetivo e podia ser usado nas condições de preparo da solução, estabeleceu-se que os ensaios posteriores seriam realizados nas condições de pH de simples adição do gel em água.

Em relação à otimização da massa, foram realizados testes com massas de aproximadamente 1; 2; 4 e 5 g de gel. Os resultados são apresentados na Figura 2 abaixo.

Figura 2 – Comparativo de eficiência em diferentes massas de gel

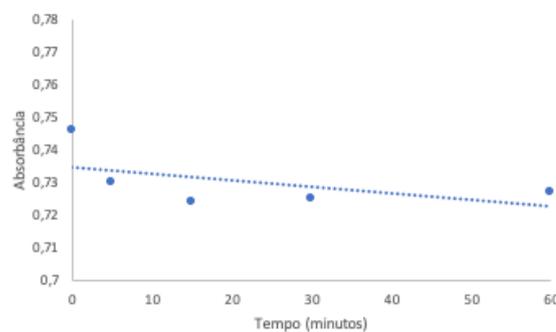


Fonte: Autoria própria (2020).

As curvas de regressão obtidas foram de $-0,0001x + 0,2961$; $-0,0001 + 0,2958$; $-0,0004x + 0,296$ e $-0,0006x + 0,2969$, para as massas de 1; 2; 4 e 5 g, respectivamente. Assim, observa-se que quanto maior a massa, maior é a taxa de remoção do Cu da solução devido ao maior número de sítios disponíveis para adsorção. Portanto, optou-se por trabalhar com massas de 5 g para as avaliações posteriores.

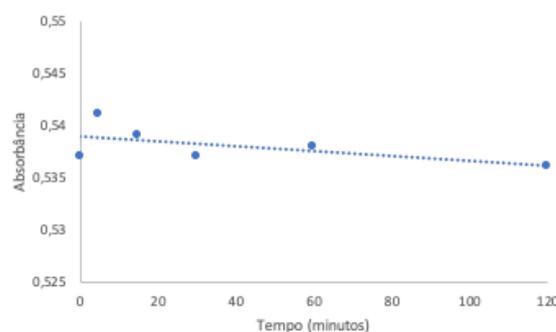
Realizaram-se os testes para adsorção de Cr(III) e Cr(VI), sendo os resultados obtidos apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 – Adsorção de Cr(III)



Fonte: Autoria própria (2020).

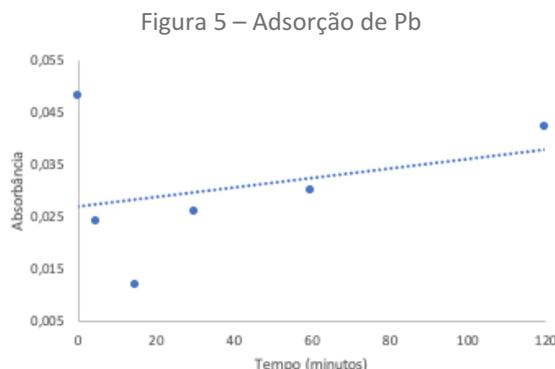
Figura 4 – Adsorção de Cr(IV)



Fonte: Autoria própria (2020).

A análise destas figuras demonstra que houve uma pequena adsorção de Cr(III) no gel e para o Cr(VI) não se observou esse efeito.

Com os dados obtidos no teste de adsorção do chumbo, foi montado o gráfico representado pela Figura 5.



Fonte: Autoria própria (2020).

Observa-se que houve uma adsorção de aproximadamente 75% do elemento que estava presente na solução em apenas 15 min. Contudo, a adsorção do metal no gel apresentou fracas interações, uma vez que, após este período, notou-se um novo aumento no sinal mensurado.

No último ponto estudado (120 min) praticamente todo o Pb havia se desorvido da superfície do gel e retornado para a solução. Assim, o gel se mostrou eficiente para a adsorção do chumbo em um tempo curto, mas não foi efetivo para a remoção do mesmo da solução.

CONCLUSÕES

A produção e o estudo da caracterização do gel permitiram um melhor entendimento a respeito das interações gel-metal e casca-metal, de modo que foi possível perceber a não funcionalidade do mesmo.

Apesar da boa aplicabilidade e transporte, a conversão da casca em gel ocluiu a maior parte dos sítios de adsorção naturalmente presentes, em virtude disso, a eficiência de remoção de diferentes metais em solução foi reduzida.

REFERÊNCIAS

BAPSTISTELLA, C. S. L.; COELHO, P, J.; GHOBRI, C. N. A bananicultura no estado de São Paulo: 2014 a 2018. Instituto de Economia Agrícola (IEA). Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14716#:~:text=Em%202017%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20mundial,6%2C7%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas...> Acesso em: 03 jun. 2019.

CASTRO, S. V. de. **Efeitos de metais pesados presentes na água sobre a estrutura das comunidades bentônicas n alto Rio das Velhas – MG**. 2008. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos) –Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FONTANA, K.B. et al. Bissorção de Pb(II) por cascas de urucum (*Bixa orellana*) em soluções aquosas: estudo cinético, equilíbrio e termodinâmico. **Química Nova**, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 1078-1084, nov. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422016000901078. Acesso em: 20 ago. 2020.

JIMENEZ, R. S.; DAL BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolecita – influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 734-738, set./out. 2004. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422004000500011&script=sci_arttext. Acesso em: 23 ago. 2019.

NASCIMENTO, R. F. et al. **Adsorção**: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

ROCKER, C. et al. Bissorção de Cr(III) de soluções aquosas sintéticas e efluente de curtume utilizando a macrófita aquática *Pistia stratiotes*. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, p. 335-346, mar./abr. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000200335&tIng=pt. Acesso em: 22 ago. 2019.