



Utilização da casca de banana como biossorvente na remoção de cromo hexavalente em efluente sintético

Natália Alice Vargas da Fonseca¹; Bethania Brochier².

¹Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, E-mail: natalia.alice.568@gmail.com;

²Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, E-mail: bethaniab@unisinos.br

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência e o potencial de uso da farinha da casca de banana natural (FN) e a tratada quimicamente (FQ) como biossorventes, na remoção de cromo hexavalente em efluente sintético. A FN foi produzida a partir de cascas de banana secas e moídas. A farinha tratada quimicamente foi preparada a partir da FN, sendo ativada com ácido fosfórico 15% (m/m). Os ensaios de adsorção foram realizados em batelada, a 30 °C por 100 minutos. Foram obtidas eficiências de remoção de cromo hexavalente em efluente sintético de $83,47 \pm 0,74\%$ para FN e $89,41 \pm 0,80\%$ para FQ, mostrando que os biossorventes são eficientes e têm potencial para utilização como adsorventes alternativos no tratamento de efluentes. Os experimentos realizados mostram o potencial de uso de um resíduo agroindustrial como biossorvente, contribuindo para a redução no desperdício de recursos naturais e mostrando seu potencial para reduzir a carga poluente de efluentes industriais. <https://youtu.be/UQUWRcHz5ko>

Palavras-chave: adsorção; biossorventes; cascas de banana; cinética; isotermas.

INTRODUÇÃO

A preservação dos recursos naturais e do meio ambiente é fundamental para a continuidade da vida na Terra, por isso não se devem desperdiçar os bens naturais. As indústrias são responsáveis por gerar um grande volume de resíduos contendo muitas espécies nocivas (ANNADURAY; JUANG; LEE, 2002). Nas últimas décadas houve um aumento da poluição do meio ambiente através dos efluentes industriais, sendo um grande problema tanto social, como ambiental (SALLET; CHIQUIM; ABAIDE, 2018). Os despejos gerados nas indústrias apresentam várias características como corrosividade, patogenicidade, toxicidade etc., sendo necessário um tratamento específico para cada efluente (SILVA, 2014).

Conforme Boniolo (2008), os setores de mineração e metalurgia, lançando elevados volumes de efluentes são os mais poluentes, contendo elementos de toxicidade variada, dentre eles estão os metais pesados (ANNADURAY; JUANG; LEE, 2002). Trata-se de uma das espécies de maior importância toxicológica, pois não se degradam conforme a ação do tempo e se acumulam em organismos vivos (MARTINS et al., 2015). O cromo é um metal pesado utilizado em muitos processos industriais, mas sua presença em rios e solos é responsável por muitos problemas de saúde dos seres vivos em geral, pois ele é um metal biocumulativo e tóxico, além de ser classificado como carcinógeno, causar dermatites, inativar proteínas e enzimas, dentre outros problemas que afetam os seres vivos e o meio ambiente. Através disso, vêm se desenvolvendo tecnologias para o tratamento de efluentes que sejam baratas e eficientes; uma possível operação é a adsorção (SALLET; CHIQUIM; ABAIDE, 2018).

A adsorção tem grande aplicação nas indústrias, sendo uma importante operação unitária de separação e purificação em diversas áreas. Os adsorventes comerciais têm um alto custo, por isso, métodos alternativos são estudados, principalmente a utilização de biossorventes (COSTA et al., 2011). A biossorção é uma alternativa que utiliza biossorventes em substituição aos adsorventes comerciais (XAVIER et al., 2016). Um bom desempenho da biossorção dependerá da seleção do material adsorvente. Vários estudos realizados indicam que os



resíduos de frutas contêm celulose, hemicelulose, lignina e sítios ativos que adsorvem metais, como, por exemplo, grupos carbonilas, hidroxilas e aminas, sendo sugeridos para obter ótimos resultados (SILVA, 2014). A utilização da casca da banana como bioabsorvente é uma alternativa por apresentar substâncias como glicose, vitaminas, sacarose, entre outros, que atuam como ligantes dos íons metálicos em efluentes líquidos (BUSKE, 2012).

No Brasil, o cultivo da banana tem grande importância, além de ser a segunda fruta que se destaca em relação à área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. Estima-se que sejam produzidas cerca de 3,5 milhões de toneladas de cascas de banana no Brasil por ano, não tendo uma destinação final para este subproduto (SILVA, 2014). O objetivo do presente trabalho é avaliar o potencial e a eficiência da farinha da casca de banana natural (FN) e a ativada quimicamente (FQ), como bioabsorventes, na remoção de cromo hexavalente em efluente sintético.

MATERIAIS E MÉTODOS

As cascas de banana utilizadas para a produção dos bioabsorventes foram obtidas através de dois lotes, o primeiro cedido pelo Restaurante Universitário (RU) da UNISINOS, campus São Leopoldo e o segundo pela comunidade São Martim em São Sebastião do Caí –RS. Para a preparação da FN, as cascas foram lavadas com água corrente e secas em bandejas em estufa (marca Capic, modelo THP 96 Tecnologic) a 60 °C por 10 horas. O material foi triturado em moinho de facas (marca Seibt, modelo MGHS 270 A). Preparou-se a FQ através da ativação de FN com ácido fosfórico (15%) 1:2, em agitador shaker (marca Hanil, modelo Combi-514R), por 60 minutos e 25 °C. Após, fez-se a secagem em estufa (marca Orion, modelo 515) a 100 °C, por 24 horas.

Preparou-se o efluente sintético, na concentração de 50 mg/L de dicromato de potássio P.A.-A.C.S 100% (marca Synth) com água deionizada. Para o ensaio de adsorção, utilizou-se alíquotas de 250 ml do efluente sintético com 3 g de bioabsorvente em agitador shaker a 160 rpm e 30°C. O ensaio foi realizado por 4 h e foram retiradas alíquotas de 20 mL em intervalos de tempo (0, 30, 60, 100, 140, 180, 210 e 240 minutos). Mediu-se o valor do pH das soluções antes e após o ensaio através de um pHmetro (marca Digimed, modelo DM-20). O processo foi realizado em duplicata e a quantificação do cromo foi feita através de método colorimétrico a 540 nm em espectrofotômetro (marca Spectrophotometer, modelo UV-1600) usando 1,5-difenilcarbazida.

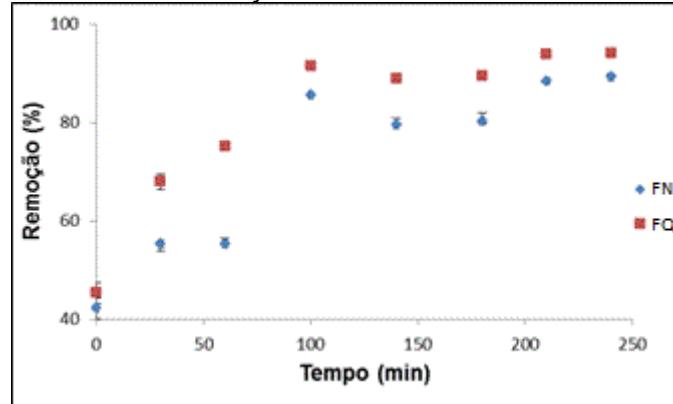
Para os ensaios cinéticos, foram analisados os modelos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem, a partir dos resultados encontrados nos ensaios de adsorção. Fez-se uma curva de calibração com soluções de cromo com concentrações de 5 a 50 mg/L. Alíquotas de 20 mL foram adicionadas em erlenmeyers de 250 mL com 0,050 g do bioabsorvente. As amostras foram agitadas em agitador shaker a 160 rpm e 30 °C por 100 minutos, após, realizou-se a filtração delas. Os ensaios foram realizados em duplicata e os modelos de Freundlich e Langmuir ajustados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a curva de remoção de cromo hexavalente *versus* tempo. Nela pode-se observar que houve altos índices de remoção para todos os tempos analisados e foi possível identificar o tempo ótimo para o ensaio em batelada, sendo de 100 minutos, já que com esse tempo pode-se observar que os valores de remoção permaneceram quase constantes. Mangueira (2014) encontrou como tempo ótimo para o processo de adsorção utilizando carvão ativado a partir da casca do coco de 30 minutos. Os valores de remoção obtidos ($83,47 \pm 0,74\%$ para FN e $89,41 \pm 0,80\%$ para FQ) foram superiores aos obtidos por Silva (2014), que encontrou uma faixa de remoções de 60 a 80 % em diferentes tempos para a farinha da casca de banana, tendo como tempo ótimo para o ensaio em batelada igual a 80 minutos.



Figura 1 – Curva de remoção de cromo hexavalente versus tempo.



A Tabela 1 apresenta os valores de pH da solução após a realização do ensaio. Pode-se observar que os valores de pH na solução após o ensaio diminuíram, mostrando-se que houve protonação na solução durante o ensaio, favorecendo a adsorção do cromo hexavalente.

Tabela 1 – Valores de pH da solução antes e após a realização do ensaio.

	FN	FQ
pH antes do ensaio	$5,77 \pm 0,04$	$2,16 \pm 0,06$
pH após o ensaio	$5,63 \pm 0,02$	$2,07 \pm 0,02$

A Figura 2 apresenta a linearização do modelo de cinética de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem para os biossorventes FN e FQ. E a Tabela 2 apresenta os parâmetros obtidos para as linearizações realizadas destes modelos cinéticos.

Figura 2 – Linearização do modelo de cinética de pseudo-primeira ordem (a) e pseudo-segunda ordem (b) para os biossorventes.

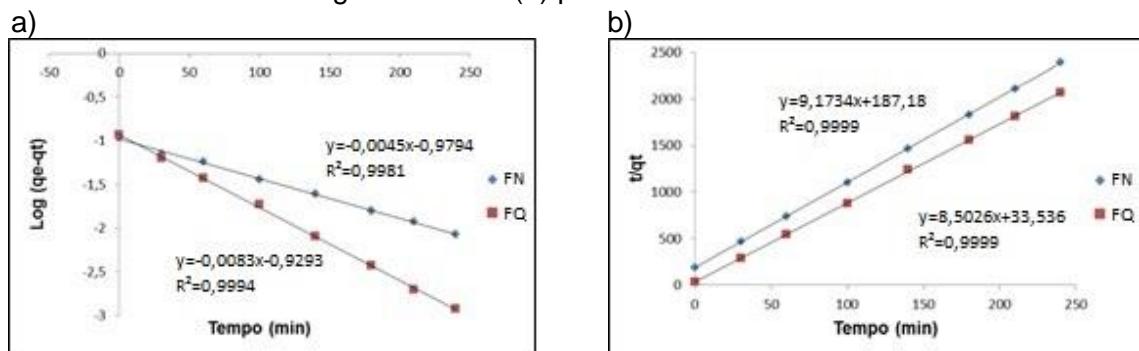


Tabela 2 - Parâmetros obtidos para os modelos cinéticos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem.

	Pseudo-primeira ordem		Pseudo-segunda ordem	
	FN	FQ	FN	FQ
k_1 (min^{-1})	$0,011 \pm 0,001^b$	$0,019 \pm 0,001^a$	-	-
k_2 ($\text{g}/(\text{mg} \cdot \text{min})$)	-	-	$0,436 \pm 0,115^b$	$2,308 \pm 0,410^a$

Legenda: k_1 é a constante de pseudo-primeira ordem; k_2 é a constante de pseudo-segunda ordem. .

^a Letras diferentes em uma mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).



A Figura 3 apresenta as curvas das isotermas de Freundlich e de Langmuir linearizadas, respectivamente, obtidas para os biossorventes FN e FQ e os valores para os parâmetros obtidos para estas isotermas são apresentados na Tabela 3.

Figura 3 – Curvas das isotermas de Freundlich (a) e Langmuir (b) linearizadas obtidas para os biossorventes.

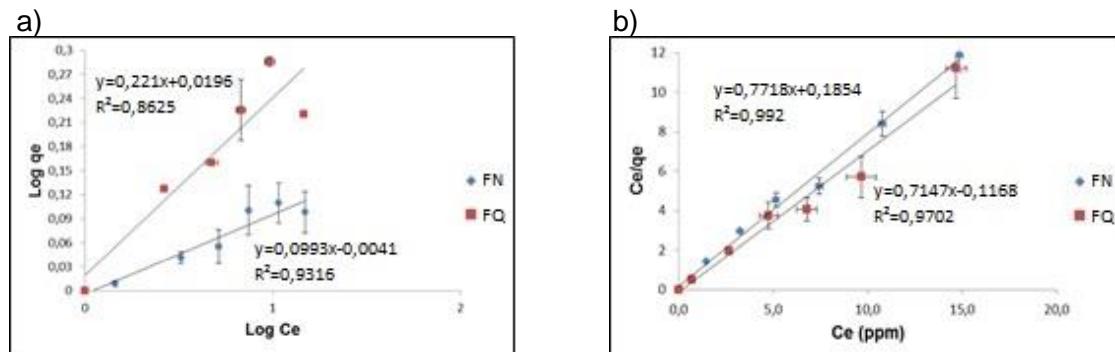


Tabela 3 – Valores dos parâmetros obtidos para as isotermas de Freundlich e Langmuir através da regressão linear.

		FN	FQ
Freundlich	K _f (mg/g)	$1,02 \pm 0,01^a$	$1,02 \pm 0,01^a$
	n	$1,67 \pm 0,29^b$	$4,03 \pm 0,13^a$
	1/n	$0,61 \pm 0,01^b$	$0,98 \pm 0,01^a$
Langmuir	q _{máx} (mg/g)	$13,01 \pm 1,17^a$	$13,98 \pm 1,60^a$
	K _l (L/mg)	$2,18 \pm 0,05^a$	$0,36 \pm 0,02^b$
	RI	0,34	0,96

Legenda: K_f é a constante de Freundlich; n é parâmetro do modelo de Freundlich; q_{máx} é a capacidade máxima de adsorção; K_l é a constante de Langmuir; RI é o Fator de separação. ^a Letras diferentes em uma mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Observa-se através da Figura 3 que o modelo de isoterma que melhor representou os dados experimentais para os dois biossorventes foi o de Freundlich por apresentar menores desvios. Através disso, a adsorção do cromo hexavalente utilizando os biossorventes pode ser caracterizada como sendo por multicamadas, sem a ocorrência da saturação da superfície do biossorvente, os sítios de adsorção com energias diferentes e ainda a influência dos sítios ativos próximos, podendo ocorrer a adsorção de mais de uma molécula por sítio ativo. Silva (2014) encontrou o modelo de Freundlich como o que melhor descreve o processo de adsorção do chumbo (II) utilizando a farinha da casca de banana.

Conforme pode-se observar através da Tabela 3, o parâmetro 1/n e RI indicam que o processo de adsorção é favorável para cada modelo, por terem seus valores compreendidos entre 0 e 1. O parâmetro K_f indica a capacidade de adsorção do adsorvato, podendo observar que o biossorvente FQ teve maior capacidade de adsorção se comparado com o FN. Silva (2014) encontrou valor de K_f para a farinha da casca de banana de 55,04 mg/g, bem acima do encontrado no presente trabalho, por usar um tempo de ensaio de 4 horas, superior ao utilizado neste trabalho. Frente às informações apresentadas, pode-se verificar que os resultados obtidos para ambos os biossorventes foram positivos quanto à remoção de cromo hexavalente, ou seja, o principal objetivo do presente trabalho foi atingido.

CONCLUSÕES



Com base no que foi apresentado, os biossorventes FN e FQ são eficientes e têm um grande potencial como adsorventes alternativos para a remoção de cromo hexavalente em efluente sintético, tendo remoções maiores do que 80 % para o tempo ótimo de ensaio em batelada de 100 minutos. O biossorvente FN mostra-se mais atrativo, pelo fato de apresentar valores de remoção semelhantes ao FQ e ter maior facilidade de preparação, além de menor custo de produção. Como sugestões para trabalhos futuros, sugere-se realizar uma continuidade do trabalho, observando a eficiência dos biossorventes preparados em relação a outros contaminantes.

REFERÊNCIAS

- ANNADURAY, G.; JUANG, R. S.; LEE, D. J. Adsorption of heavy metals from water using banana and orange peels. **Water Science and Technology**: v.47, p.185-190, 2002.
- BONIOLI, Milena Rodrigues. **Biossorção de urânio nas cascas de banana**. Dissertação de (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear) - Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2008.
- BUGIERECK, A. M. et al. Adsorção de corante catiônico por carvão ativado de casca de banana. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**: Florianópolis, 2014.
- BUSKE, Jonatan Lincoln de Oliveira. **Biomassa residual: utilização da casca da banana como adsorvente de metais pesados em efluentes líquidos industriais**. Unisul, Santa Catarina, 2012.
- COSTA, Franciele Oliveira et al. Uso da casca da banana como bioadsorvente em leito diferencial na adsorção de compostos orgânicos. **Editora Realize**: Paraíba, 2011.
- MANGUEIRA, Erivone Soedja Veriato. **Produção de carvão ativado a partir do endocarpo de coco da baía (Cocos nucifera) aplicado ao processo de adsorção do herbicida metribuzin**. Dissertação (de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental – João Pessoa, 2014.
- MARTINS, Wanessa Alves et al. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais de casca banana para tratamento de efluentes. Pombal - PB: **Revista Verde**, v.10, n.1, p.96-102, 2015.
- SALLET, Keli Taís; CHIQUIM, Milena Santiago; ABAIDE, Ederson Rossi. Avaliação da capacidade de adsorção de corante azul de metileno utilizando casca de banana *in natura* como biossorvente. **12º Encontro Brasileiro sobre Adsorção**, Gramado-RS, 2018.
- SILVA, Nayara Cristina Romano. **Utilização da casca de banana como biossorvente para a adsorção de chumbo (II) em solução aquosa**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, curso de Engenharia Ambiental, Campo Mourão, 2014.
- XAVIER, Leandra Oliveira et al. **Avaliação da farinha da casca de banana como adsorvente para Al³⁺**. Instituto Federal Santa Catarina: Santa Catarina, 2016.