



Utilização da casca de banana como bioissorvente 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@unisinobr

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 bioissorventes, 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 bioissorventes 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 bioissorvente, 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; bioissorventes; 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 remanescentes 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; CHIQUEM; 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; CHIQUEM; 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 bioissorventes (COSTA *et al.*, 2011). A bioissorção é uma alternativa que utiliza bioissorventes em substituição aos adsorventes comerciais (XAVIER *et al.*, 2016). Um bom desempenho da bioissorção 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 bioissorvente 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 bioissorventes, na remoção de cromo hexavalente em efluente sintético.

MATERIAIS E MÉTODOS

As cascas de banana utilizadas para a produção dos bioissorventes foram obtidas através de dois lotes, o primeiro cedido pelo Restaurante Universitário (RU) da UNISINOS, campus São Leopoldo e o segundo pela comunidade São Martin 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 bioissorvente 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.

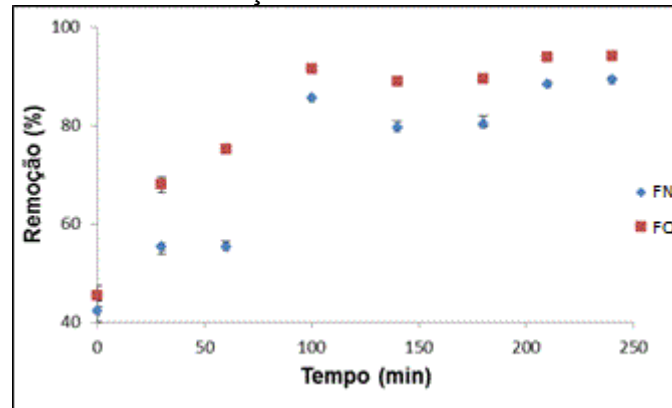
Para os ensaios cinéticos, foram analisados os modelos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem, a partir dos resultados encontrados nos ensaios de adsorção. Fez-se uma curva de calibração com soluções de cromo com concentrações de 5 a 50 mg/L. Alíquotas de 20 mL foram adicionadas em erlenmeyers de 250 mL com 0,050 g do bioissorvente. 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 ± 0,04	2,16 ± 0,06
pH após o ensaio	5,63 ± 0,02	2,07 ± 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.

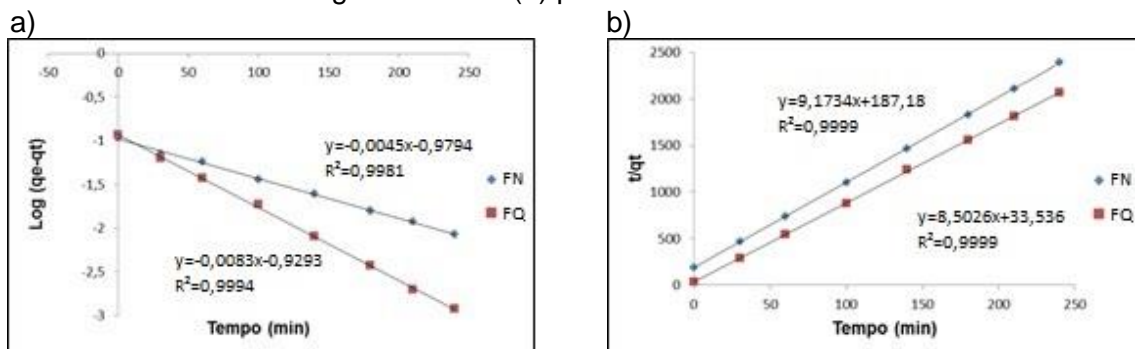


Tabela 2 - Parâmetros obtidos para os modelos cinéticos de pseudo-primeira e pseudo-segunda ordem.

	Pseudo-primeira ordem		Pseudo-segunda ordem	
	FN	FQ	FN	FQ
k1 (min ⁻¹)	0,011 ± 0,001 ^b	0,019 ± 0,001 ^a	-	-
k2 (g/(mg.min))	-	-	0,436 ± 0,115 ^b	2,308 ± 0,410 ^a

Legenda: k1 é a constante de pseudo-primeira ordem; k2 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 bioissorventes 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 bioissorventes.

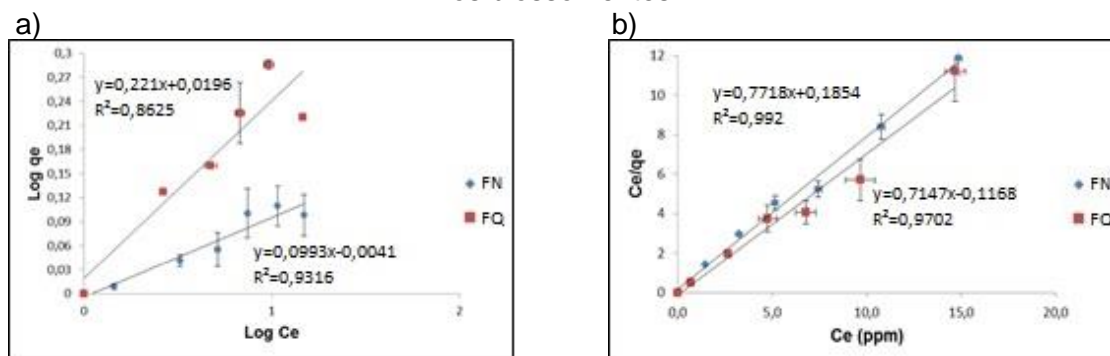


Tabela 3 – Valores dos parâmetros obtidos para as isotermas de Freundlich e Langmuir através da regressão linear.

		FN	FQ
Freundlich	Kf (mg/g)	1,02 ± 0,01 ^a	1,02 ± 0,01 ^a
	n	1,67 ± 0,29 ^b	4,03 ± 0,13 ^a
	1/n	0,61 ± 0,01 ^b	0,98 ± 0,01 ^a
Langmuir	qmáx (mg/g)	13,01 ± 1,17 ^a	13,98 ± 1,60 ^a
	Kl (L/mg)	2,18 ± 0,05 ^a	0,36 ± 0,02 ^b
	RI	0,34	0,96

Legenda: Kf é a constante de Freundlich; n é parâmetro do modelo de Freundlich; qmáx é a capacidade máxima de adsorção; Kl 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 bioissorventes foi o de Freundlich por apresentar menores desvios. Através disso, a adsorção do cromo hexavalente utilizando os bioissorventes pode ser caracterizada como sendo por multicamadas, sem a ocorrência da saturação da superfície do bioissorvente, 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 Kf indica a capacidade de adsorção do adsorvato, podendo observar que o bioissorvente FQ teve maior capacidade de adsorção se comparado com o FN. Silva (2014) encontrou valor de Kf 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 bioissorventes 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 bioadsorventes 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 bioadsorbente 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 bioadsorventes 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.

BONIOLO, Milena Rodrigues. **Bioadsorção 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 adsorbente de metais pesados em efluentes líquidos industriais. Unisul, Santa Catarina, 2012.

COSTA, Franciele Oliveira *et al.* Uso da casca da banana como bioadsorbente 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 bioadsorbente. **12º Encontro Brasileiro sobre Adsorção**, Gramado-RS, 2018.

SILVA, Nayara Cristina Romano. **Utilização da casca de banana como bioadsorbente 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 adsorbente para Al³⁺**. Instituto Federal Santa Catarina: Santa Catarina, 2016.