

VIABILIDADE DE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS COMO BIORSORVENTES NA REMOÇÃO DE METAIS

F. O. TAVARES^{1*}, L. A. M. PINTO², A. P. MEIRA², J. C. M. VICENTINI¹, P. O. R. BERTO¹, C. A. CANCIAM¹

¹Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química

²Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia de Alimentos

*e-mail: fernandaoliveiratavares@gmail.com

RESUMO

A forma inadequada de descarte de resíduos é responsável por causar a contaminação dos solos e dos corpos hídricos (superficiais e subterrâneos), gerando grandes impactos econômicos, sociais e ambientais. Assim, a busca por novas alternativas e técnicas de recuperação de águas tem se tornando comum nos dias atuais. Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar o aproveitamento de resíduos de cascas de coco e da banana como biossorventes na remoção do chumbo e do manganês. Além disso, a influência do pH no processo de remoção foi avaliada. Como resultado, os adsorventes mostraram grande potencial para a remoção de chumbo, podendo ser verificado através do elevado percentual de remoção obtido. As cascas de coco apresentaram maior eficiência para ambos os metais avaliados, sendo os percentuais de remoção máximos de 93,70 para o chumbo e de 86,16% para o manganês ao utilizar pH igual a 10.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, toneladas de resíduos são despejados diariamente em lixões ou vazadouros a céu aberto sem qualquer cuidado ou técnica especial de tratamento do lixo. A forma inadequada de descarte, causa a contaminação dos solos e dos corpos hídricos (superficiais e subterrâneos), gerando grandes impactos econômicos, sociais e ambientais. Diante dessa realidade, processos alternativos de tratamento dos corpos hídricos tem surgido (LIMA, 2013).

A adsorção tem se mostrado como um processo eficiente na remoção dos metais. O material mais comumente utilizado em processos adsorptivos é o carvão ativado (DABROWSKI, 2000). No entanto, seu alto custo, muitas vezes faz com que este material seja inviável para uso prático, fazendo com

que adsorventes de baixo custo ganhem cada vez mais atenção (RAO, 2010). A sorção de metais por resíduos agrícolas, material natural e subprodutos industriais apresenta como algumas das principais vantagens da biossorção: baixo custo, alta eficiência, minimização de produtos químicos e do lodo biológico (REDDY, 2010).

Resíduos como as cascas de alimentos, tornam-se um problema ambiental tanto na área rural, como em grandes centros e praias devido ao volume de lixo descartado. O coco por exemplo, tem de 80-85% do seu peso bruto destinado ao descarte de lixo. (CORRANDINI et al., 2009). Já a banana, a cada tonelada, 440 kg de cascas são descartadas como resíduo (SOUZA, 2010). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o aproveitamento de resíduos de alimentos, usando cascas de coco e de banana

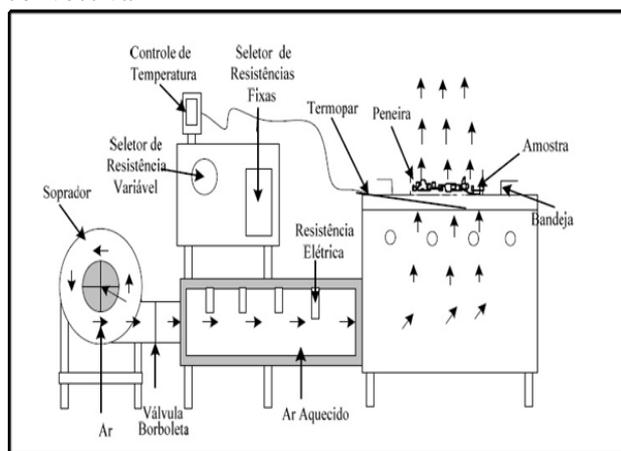
como bioadsorventes naturais na remoção de metais de águas contaminadas, além de avaliar a influência do pH na adsorção.

2 METODOLOGIA

2.1 Preparação Do Adsorvente

Os cocos verdes foram doados por uma empresa local que comercializa água de coco *in natura*, enquanto que as cascas de banana nanica foram doadas por um restaurante. Para a preparação do coco como bioadsorvente, primeiramente a polpa e a casca foram separadas e em seguida lavadas e cortadas em quadrados de aproximadamente 3x3 cm. Já as cascas de banana foram cortadas em quadrados de aproximadamente 2x2 cm. Ambos materiais foram secos a partir do módulo experimental representado pela figura 1.

Figura 1 – Módulo experimental de secagem convectiva



Fonte: Luz et al. (2006)

O módulo consiste em um secador convectivo de fluxo de ar ascendente, aquecido por meio de resistências elétricas, com vazão ajustada. A bandeja é de fundo telado com dimensões 46x46 cm. O ar aquecido passa pela amostra em sentido perpendicular a mesma, conforme ilustrado na Figura 1. A secagem dos materiais foi realizada com velocidade de ar constante de

$(1,3 \pm 0,2) \text{ m.s}^{-1}$ e a temperatura do ar aquecido foi de 70°C . Durante a secagem, as amostras foram pesadas, em balança analítica com precisão de 0,01g. O tempo total de secagem para o coco foi de 2h e 20 min; enquanto que para as cascas de banana nanica foi de 2h. Em seguida, as cascas foram trituradas e submetidas ao processo de separação granulométrica para a padronização do material. O mesh escolhido foi de 32. O pó obtido foi utilizado como adsorvente na remoção de metais.

2.2 Influência Do Efeito Do pH nos Ensaios De Adsorção Usando As Cascas De Coco e De Banana Como Bioadsorvente

As soluções de chumbo e manganês foram preparadas através do nitrato de chumbo e do cloreto de manganês, respectivamente, a concentração de 10 mg/L. Os experimentos foram realizados em triplicata, em batelada, em Banho de agitação modelo Dubnoff 304 TPA, com a finalidade de se avaliar a eficiência dos bioadsorventes para cada metal em separado. A concentração de metal em solução foi analisada por meio de espectrometria por absorção atômica (AAS espectros, Varian AA, 55 Australia).

Para estimar o percentual de remoção do íon metálico a partir da solução aquosa, utilizou-se a Equação 1.

$$\text{Remoção \%} = ((C_o - C_f) / C_o) * 100 \quad (01)$$

Nesta equação, C_o é a concentração inicial do metal (mg/L) e C_f é a concentração residual de metal final após o período de adsorção.

2.2.1 Casca de coco verde como bioadsorvente

Os ensaios de adsorção seguiram metodologia descrita por Nascimento et al. (2007) com modificações. O estudo da influência do pH foi realizado a partir de 50 mL de solução de metal a 10 mg/L em diferentes pHs (3, 5, 7 e 10), submetidas a

uma agitação de 150 rpm por 3 horas, temperatura de 25°C e 0,4g de bioissorvente. Após foram filtradas em membrana de 0,45 µm. Para estimar o efeito do pH na remoção dos metais avaliados utilizou-se a Equação 1.

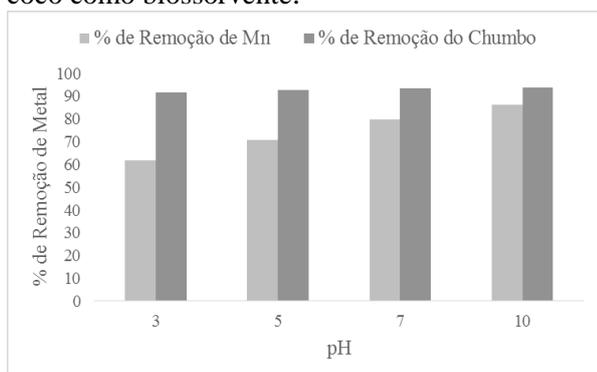
2.2.2 Casca de banana como bioissorvente

Os ensaios de adsorção seguiram metodologia descrita por Boniolo et al. (2010) com modificações. O estudo da influência do pH foi realizado a partir de 50 mL de solução de metal a 10 mg/L em diferentes pHs (3, 5, 7 e 10), submetidas a uma agitação de 150 rpm por 40 minutos, temperatura de 25°C e 0,5g de bioissorvente. Após o término do ensaio, foram filtradas em membrana de 0,45 µm. Para estimar o efeito do pH na remoção dos metais avaliados utilizou-se a Equação 1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 correlaciona o percentual de remoção dos íons metálicos em função do pH utilizando a casca de coco como bioissorvente.

Figura 2- Percentual de remoção dos íons metálicos em função do pH utilizando a casca de coco como bioissorvente.

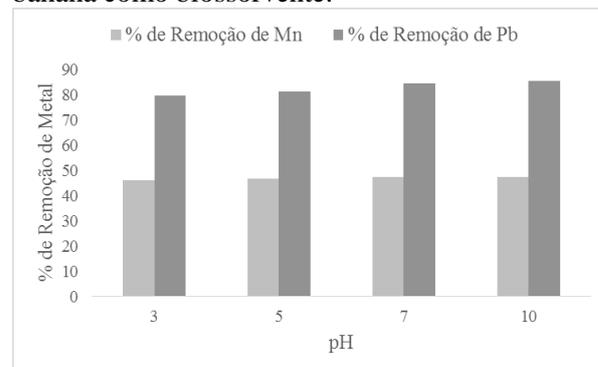


Analisando a figura 2, conclui-se que o pH pode exercer influência na remoção dos compostos metálicos. O aumento do pH de 3 a 10 conforme apresentado na figura ao usar a casca de coco como bioissorvente na remoção de chumbo, não foi significativo no processo de remoção, uma vez que o percentual de remoção variou de 91,61-93,7% a medida que

o pH foi aumentado. Já para o manganês, ao elevar o pH, o percentual de remoção aumenta consideravelmente, de 61,65 para 86,16%. Resultados similares a este estudo foram obtidos por Feng et al. (2011) ao avaliar o percentual de remoção do Pb(II), Cd(II) e Ni(II) por cascas de laranja modificada. Nascimento et al. (2007) em seu estudo utilizando casca de coco modificada como bioissorvente, obteve remoção máxima de 99,5% para o chumbo. Assim como observado neste estudo, Wang et al. (2015) em seu estudo sobre remoção de manganês em sistemas de distribuição de água potável, relataram que pHs superiores a 3 apresentaram maior capacidade de remoção de Mn. Sharma et al. (2007), estudando o comportamento de cinzas para a remoção de manganês, verificaram que a remoção foi aumentada 41,7-92,2% quando o pH da solução foi aumentado de 3,0 para 8,5. O aumento da remoção dos metais decorrente do aumento dos valores de pH, pode ser explicado com base na competição entre os íons metálicos e prótons para os mesmos grupos funcionais e um decréscimo na carga de superfície positiva, o que resulta numa maior atração eletrostática entre a superfície e o metal (MARQUES et. al, 2013).

A Figura 3 correlaciona o percentual de remoção dos íons metálicos avaliados em função do pH utilizando a casca de banana como bioissorvente.

Figura 3- Percentual de remoção dos íons metálicos em função do pH utilizando a casca de banana como bioissorvente.



Analisando a figura 3, é possível concluir que o pH não exerceu grande influência no processo de remoção dos íons metálicos ao usar a banana como bioissorvente. O aumento do pH de 3 a 10 conforme ilustrado na figura, ocasionou um leve aumento do percentual de remoção de chumbo de 79,65-85,5% a medida em que o pH foi aumentado. Já para o manganês, os pHs testados não exerceram diferença significativa, uma vez que a variação do percentual de remoção foi de 46,01-47,39%. Taha et al. (2011) investigaram a influência do pH na adsorção do Pb(II), Cd(II) e Zn(IV) usando cascas de batata e observaram que a eficiência da remoção aumentava quando o pH aumentava de 2 a 6 e em pH acima de 6 a eficiência decrescia, diferentemente do que ocorreu neste trabalho, uma vez que a eficiência continuou a aumentar a medida em que o pH foi elevado. Assim como verificado neste estudo, Taffarel e Rubio (2010), relatam que a remoção de Mn^{2+} a partir de zeólitas revestidas, aumenta concomitantemente ao pH.

O uso de resíduos alimentícios como as cascas de coco e de banana mostraram ter boa aplicabilidade em processos adsorptivos no tratamento de águas contaminadas. A comparação entre os bioissorventes avaliados, nos remete que as cascas de coco mostraram maior eficácia de remoção para ambos íons metálicos.

4 CONCLUSÃO

Como conclusão deste trabalho, pode-se afirmar que as cascas de coco utilizadas como bioissorvente, exibem alto potencial de remoção para o chumbo e para o manganês de águas contaminadas, já as cascas de banana, exibiram alto potencial de remoção apenas para o chumbo. De acordo com a variação do pH entre 3 a 10, pôde-se concluir que este parâmetro influenciou de maneira significativa na remoção de manganês à concentração de 10 mg/L ao utilizar as cascas de coco, uma vez

que o percentual de remoção variou de 61,65 para 86,16%. Para o chumbo, o percentual de remoção não sofreu grandes alterações a medida em que o pH foi aumentado de 3 a 10. O uso de cascas de banana como bioissorvente, não apresentou forte dependência do pH para ambos os metais avaliados. Mais estudos ainda são necessários para se elucidar completamente o mecanismo de adsorção de chumbo e manganês pelos bioissorventes testados, porém diante dos resultados apresentados, grande potencial de remoção foi demonstrado pelos bioissorventes. Dessa forma, além da diminuição do volume de lixo gerado pelos resíduos destinar-se a outras finalidades, o aproveitamento de resíduos como bioissorventes é uma opção viável no tratamento de águas contaminadas.

REFERÊNCIAS

- BONIOLO, M.R. et al. Biomassa residual para remoção de íons urânio. **Química Nova**, v. 33, n.3, p. 547-551, 2010.
- CAVALLET, L.E.; CARVALHO, S.C. et al. Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n.3, 2013.
- CORRANDINI, ELISANGELA; ROSA, M. F. et al. Composição Química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n.3, p. 837- 846, 2009.
- DABROWSKI, A.; **Adv. Colloid Interface Sci.** 2000, 93, 135.
- FENG, N., GUO, X., LIANG, S., ZHU, Y., LIU, J. Biosorption of heavy metals from aqueous solutions by chemically modified Orange peel. **J. Hazard Mater**, v.185, p.49-54, 2011.
- LIMA, D. T. **A gestão municipal de resíduos sólidos na cidade de Curitiba.**

2013. 47 p. Monografia de especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná-PR,2013.

LUZ, G.R., ANDRADE, C.M.G., JORGE, L.M.M., PARAÍSO, P.R. Coeficiente de transferência de massa na secagem do farelo de soja. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados, ENEMP, Maringá – PR, 2006.

MARQUES, T. L. et al. “Mn(II) sorption on Moringa,” **BioResources**, v.8(2), 2738-2751.2013.

NASCIMENTO, R. F. *et al.*, Uso da casca de coco verde como adsorvente na remoção de metais tóxicos. **Química Nova**, v.30, n.5, p. 1153-1157, 2007.

RAO, R. A. K.; REHMAN, F.; **J. Hazard Mater.** 2010, 181, 405

REDDY, D. H. K. & SESHIAIAH, K. et al. Biosorption of Pb²⁺ from aqueous solutions by moringa oleífera bark: Equilibrium and Kinetic studies. **Journal of Hazardous Materials**, v. 174, p. 831-838, 2010.

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T. M.; WISBECK, E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.438-443, 2010.

SHARMA, Y. C. et al., Fly ash for the removal of Mn(II) from aqueous solutions and wastewaters, **Chemical Engineering Journal**, v.132, p. 319–323, 2007.

TAFFAREL, S.R., RUBIO, J. Removal of Mn²⁺ from aqueous solution by manganese oxide coated zeolite, **Minerals Engineering**, v. 23 (2010), p.1131–1138, 2010.

TAHA, G. M., ARIFIEN, A.E., EL-NAHAS, S. Removal efficiency of potato peels as a

new biosorbent material for uptake of Pb(II), Cd(II) and Zn(II) from the aqueous solutions. **J. Solid Waste Technol. Manage**, v.37, p. 128-140, 2011.

WANG, W. et al. Laboratory study on the adsorption of Mn²⁺ on suspended and deposited amorphous Al(OH)₃ in drinking water distribution systems, **Water research**, v. 46, p.4063-4070, 2015.

WANG, A. et al. Removal of methylene blue from aqueous solution using chitosan-g-poly (acrylic acid)/montmorillonite superadsorbent nanocomposite, **Colloids and Surfaces**, v.322, p. 47– 53, 2008.