

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2020

UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE CASCA DE AIPIM (MANIHOT ESCULENTA) IN NATURA COMO BIOADSORVENTE DE CD E PB EM ÁGUA.

Ana Caroline A. de Oliveira¹; Marcos O. Melo²

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Licenciatura em Química, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: caroolaamoriim@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: marcosomelo@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção, Metais, Biomassa,

INTRODUÇÃO

Os metais potencialmente tóxicos, termo mais difundido para metais pesados, são aqueles que apresentam alta densidade ($> 5 \text{ g cm}^{-3}$), em comparação aos demais elementos e número atômico maior que 20. Dentre eles, o mercúrio (Hg), chumbo (Pb), cádmio (Cd) e arsênio (As) são os de maior risco ambiental em razão do seu uso intenso, toxicidade e ampla distribuição. Estes metais são resistentes à degradação e podem se acumular nos componentes em que manifestam sua toxicidade (MANZINI et al., 2010 e BAIRD, 2002). A principal característica destes elementos é a tendência em acumular-se no ecossistema através de sua fácil assimilação na cadeia alimentar dos seres vivos. Geralmente são dispostos no solo e nas águas na forma solubilizada, associados com elementos orgânicos na forma de complexos organometálicos, e na forma de coloides e suspensões, como precipitados (HAYASHI, 2001).

Concomitantemente ao aumento das atividades industriais e de mineração a poluição ambiental é um fator que ganha destaque pela bioacumulação dos metais potencialmente tóxicos nos ecossistemas.

Alguns desses metais são essenciais para o funcionamento adequado de algumas rotas metabólicas, porém quando ingeridos em quantidades superiores ao permitido estes causam sérios riscos à saúde. Mesmo em concentrações reduzidas, os cátions de metais pesados, uma vez lançados num corpo receptor, como por exemplo, em rios, mares e lagoas, ao atingirem as águas de um estuário sofrem o efeito denominado de Amplificação Biológica. Este efeito ocorre em virtude desses compostos não integrarem o ciclo metabólico dos organismos vivos, sendo neles armazenados e, em consequência, sua concentração é extraordinariamente ampliada nos tecidos dos seres vivos que integram a cadeia alimentar do ecossistema (AGUIAR et al., 2002).

No processo natural, os metais entram no ambiente devido ao intemperismo das rochas, lixiviação de solos e atividade vulcânica. Os metais presentes em minerais e rochas são geralmente formas inofensivas e tornam-se potencialmente tóxicos apenas quando se dissolvem na água (AGUIAR et al., 2002). Diferentes tipos de metais em solução frequentemente estão associados aos efluentes de muitas atividades industriais, principalmente o setor de manufatura primária. O efluente gerado contém basicamente

poluentes insolúveis e contaminantes minerais, que na maioria dos casos são tratados mecanicamente, sendo que os metais e os contaminantes tóxicos são tratados quimicamente, ou então por métodos físico-químicos (Volesky, 1990). Dentre os metais que são eliminados com maior frequência para os ecossistemas, pode-se citar o arsênio, cádmio, cromo, cobre, chumbo, níquel, cádmio e mercúrio. Estes compostos podem apresentar graves riscos para o meio ambiente e para os seres humanos (WUANA; OKIEIMEN, 2011).

O tratamento clássico de efluentes, contendo metais pesados gerados pelas indústrias, envolve processos físico-químicos de precipitação, troca iônica, adsorção e extração por solventes. O método mais utilizado atualmente é a precipitação química, que pode ser realizada, por exemplo, através da adição de uma base (geralmente hidróxido de cálcio) ao efluente, de modo que ocorra a formação de precipitados sob a forma de hidróxidos e óxidos. Processos subsequentes de sedimentação e filtração são realizados para que, posteriormente, a água tratada possa ser recuperada. Contudo, estas técnicas são pouco eficientes e custosas para o tratamento de grandes volumes de efluentes contendo metais em baixas concentrações (NERBITT apud TOREM, 2003).

O método de adsorção oferece um meio mais eficaz de purificar o efluente, permitindo obter concentrações residuais de metais de acordo com os limites de descarte no meio ambiente além de apresentar grande facilidade de operação e simplicidade do projeto (BHATNAGAR; SILLANPÄÄ, 2010).

A biossorção é um exemplo específico de adsorção, que vem se destacando nos últimos anos (ADERHOLD; WILLIAMS; EDYVEAN, 1996). A vantagem da biossorção está na utilização de biomassa existente em quantidades abundantes (VOLESKY, 2001).

Comparando este processo com os métodos convencionais de remoção de metais tóxicos de efluentes industriais, o processo de biossorção oferece como vantagens: o baixo custo de operação, alta eficiência de remoção de íons metálicos em soluções diluídas, possibilidade de recuperação dos metais e regeneração do biossorvente, minimização do volume de lamas químicas (KRATOCHVIL; VOLESKY, 1998). Devido à ampla variedade de biomassa existente para utilização como biossorventes de baixo custo, com elevada afinidade para os íons metálicos, a biossorção constitui uma tecnologia viável para o controle da poluição (ADERHOLD; WILLIAMS; EDYVEAN, 1996). A biossorção se caracteriza uma das mais promissoras tecnologias de remediação de áreas aquáticas poluídas com íons de metais tóxicos (GUPTA et al., 2015).

A utilização da biomassa vegetal para a obtenção de matéria prima é uma das propostas da Química Verde, esta, consiste em uma abordagem com o objetivo de minimizar o impacto ambiental por meio da criação, do desenvolvimento e da aplicação de produtos e processos químicos direcionados a redução ou eliminação do uso, e a geração de substâncias tóxicas em detrimento ao seu tratamento (LENARDÃO et al., 2003; PRADO, 2003).

Neste contexto é proposto o uso do resíduo agrícola, da casca do aipim (*Manihot esculenta*), como adsorvente de baixo custo para remoção de metais potencialmente tóxicos em água. A escolha dos metais Cobre (Cu) e Chumbo (Pb) para esse estudo foi baseada na literatura, tendo o Cu, como necessário na alimentação, porém seu excesso é prejudicial, já o Pb é um elemento estranho ao metabolismo humano, sendo, completamente tóxicos em qualquer quantidade.

Objetivos:

Objetivo Geral:

- Avaliar materiais adsorventes a partir da biomassa da casca de aipim, para adsorção de metais potencialmente tóxicos.

Objetivos Específicos:

- Reutilizar os resíduos de biomassa de casca de aipim;
- Avaliar os materiais adsorventes provenientes de biomassa de casca de aipim na adsorção de metais potencialmente tóxicos em água;
- Caracterizar os materiais adsorventes preparados a partir de biomassa de casca de aipim.

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

O material será caracterizado pelas seguintes técnicas:

- Espectrometria na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR);
- Difractometria de raios X (DRX);
- Espectrometria de fluorescência de raios- X com energia dispersiva (EDXFS).

Todos os reagentes utilizados nos procedimentos descritos foram de grau analítico: soluções padrão de 1000 mg L⁻¹ de Cádmio e Chumbo (Merck, Darmstadt, Alemanha), Nitrato de Potássio (KNO₃), Ácido Clorídrico (HCl 37% (m m-1)), Hidróxido de Sódio (NaOH). Soluções preparadas com água deionizada de um sistema Milli-Q (Millipore, Bedford, MA, EUA). Todos os ajustes de pH foram feitos com soluções de HCl e NaOH.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Inicialmente as cascas de aipim foram lavadas em água corrente à temperatura ambiente e postas para secar naturalmente para a retirada do excesso de água. Logo depois, o material foi seco em uma estufa a 110° C por 8 horas para a desidratação. O material foi triturado em moinho de facas e peneirado em peneiras de 250 a 80 Tyler/mesh. A fração granulométrica escolhida foi de 80 a 200 Tyler/mesh.

O próximo passo consistiu em realizar a determinação do potencial de carga zero (PCZ). De acordo com Mimura et al. (2010, apud MELO, 2017, p. 67), “A determinação do potencial de carga zero (PCZ) é de fundamental importância no processo de adsorção, pois este é um dos fatores que influenciam diretamente na eficiência do adsorvente.”

O potencial de carga zero é o pH onde a superfície do adsorvente é neutra, ou seja, o número de cargas positivas é igual ao número de cargas negativas. Valores de pH abaixo do PZC tornam a carga superficial positiva, favorecendo a adsorção de ânions, enquanto valores acima favorecem a adsorção de cátions (RODRIGUES apud MELO, 2017).

Neste trabalho, como os adsorvatos estudados *n* são de carga positiva, uma superfície de adsorvente negativa favorecerá a eficiência da adsorção, através da atração eletrostática, para isto, o pH da solução deve ter valores iguais ou maiores que o PCZ (MIMURA apud MELO, 2017).

Para valores abaixo do PCZ a carga superficial do adsorvente será positiva, sendo assim a adsorção será prejudicada pela repulsão entre a superfície e os cátions em solução (MIMURA apud MELO, 2017).

Na Figura 1 pode-se ver os valores de PCZ do material bioadsorvente. O material apresentou PCZ com valor de 5,8. Para a adsorção de Cd e Pb, a superfície dos materiais estarão carregadas negativamente em valores acima do pH 5,6 favorecendo a adsorção dos cátions.

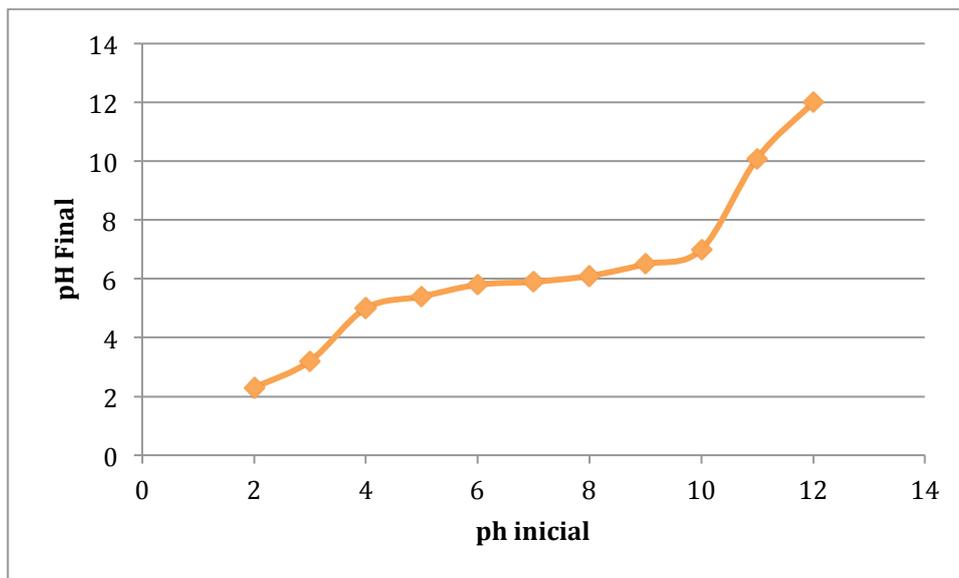


Figura 1: Gráfico referente ao potencial de carga zero dos materiais bioadsorventes.

No presente estudo foi empregado um planejamento fatorial 2^3 com quadruplicata do ponto central (LUNDSTEDT et al. apud MELO, 2017), que é uma maneira para otimização de experimentos de adsorção (FERREIRA et al. apud MELO, 2017). Os experimentos foram realizados de forma aleatória, para estimativa do erro experimental. O procedimento para otimização foi elaborado conforme o fluxograma da Figura 2 (SOHREBI et al. apud MELO, 2017).

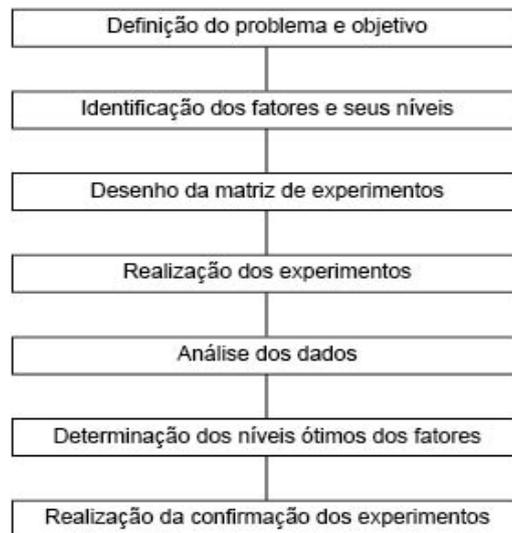


Figura 2: Procedimento para otimização das condições experimentais dos ensaios de adsorção.

Foi realizado um conjunto de 12 experimentos para otimizar a adsorção de simultânea de Cd e Pb pelos materiais. As três variáveis independentes escolhidas foram pH do meio aquoso, massa de adsorvente e tempo de agitação para investigação e cada variável foi estudada em dois níveis com quadruplicata do ponto central (Tabela 1) (MELO, 2017).

Tabela 1. Níveis e códigos das variáveis utilizadas para otimização da remoção de Cd e Pb.

Variável	Símbolo	Níveis		
		-1	0	1
pH	X_1	3	5	7
Massa (mg)	X_2	30	40	50
Tempo (min)	X_3	30	45	60

A influência dos fatores individuais dos experimentos e seu desempenho nas melhores condições utilizando diagrama de Pareto e superfície de resposta foi analisada usando o software Estatística versão 6.0 da (StatSoft®, Tulsa, EUA) (MELO, 2017).

Os ensaios de adsorção do planejamento fatorial 2^3 e suas condições estão descritas na Tabela 4-2. Os experimentos foram realizados com soluções mistas de Cd e Pb com concentrações de 1 mg L^{-1} e depois do tempo de agitação as amostras foram filtradas por gravidade (MELO, 2017). Os resultados podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Matriz de planejamento fatorial 2^3 e os resultados experimentais para adsorção de Cd e Pb.

Exp.	pH	Massa	Tempo	Remoção (%)	
				Cd	Pb
1	3	30	30	13,7	79,02
2	3	30	60	10,7	45,64
3	7	30	30	84,26	81,78
4	7	30	60	97,35	91,05
5	3	50	30	18,99	89,42
6	3	50	60	23,52	84,04
7	7	50	30	100	72,08
8	7	50	60	93,49	91,12
9	5	40	45	84,78	88,18
10	5	40	45	79,54	90,30
11	5	40	45	82,94	85,61
12	5	40	45	76,66	90,68

As concentrações após a adsorção foram determinadas por FAAS. As melhores condições foram pH 7, massa 50 mg, tempo 30 min para Cd e 60 min para Pb. O material conseguiu remover 100% de Cádmio e 91,12% de chumbo nestas condições.

Após a análise simultânea dos resultados, pode ser construídos Gráficos de Pareto para avaliar a significância de cada fator e suas interações (CARVALHO apud MELO, 2017). Quando a barra de um fator ou interação ultrapassa o valor p diz-se que o efeito daquele fator ou interação tem valor significativo para nível de confiança de 95%, para avaliação dos domínios experimentais estudados. Na Figura 3 pode-se observar os gráficos de Pareto para os dados experimentais obtidos pelo planejamento fatorial 2^3 para adsorção de Cd e Pb pelo material.

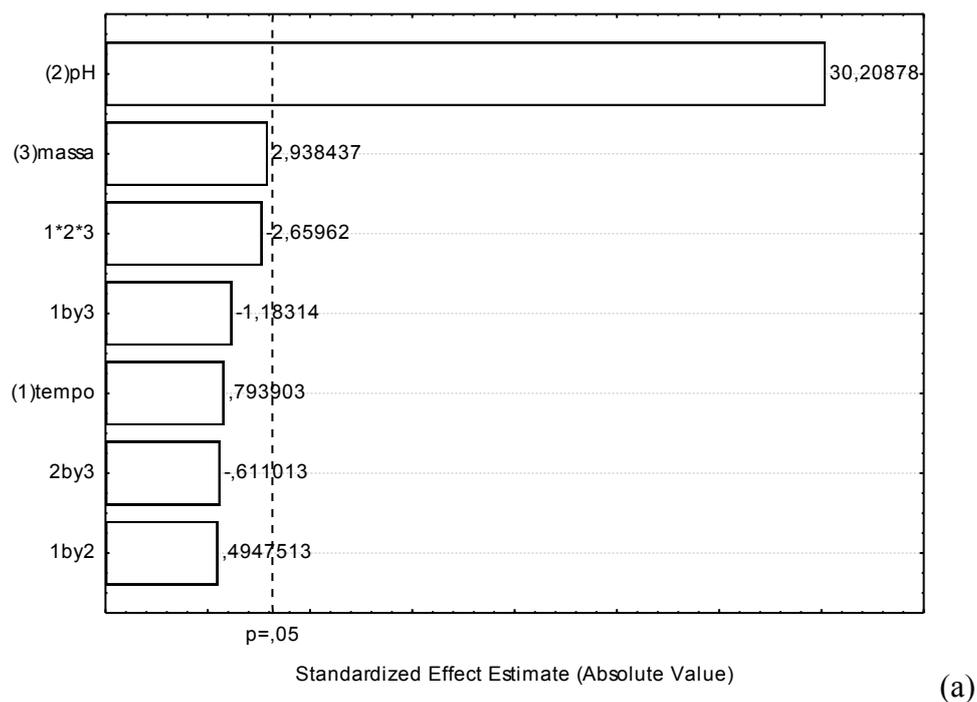
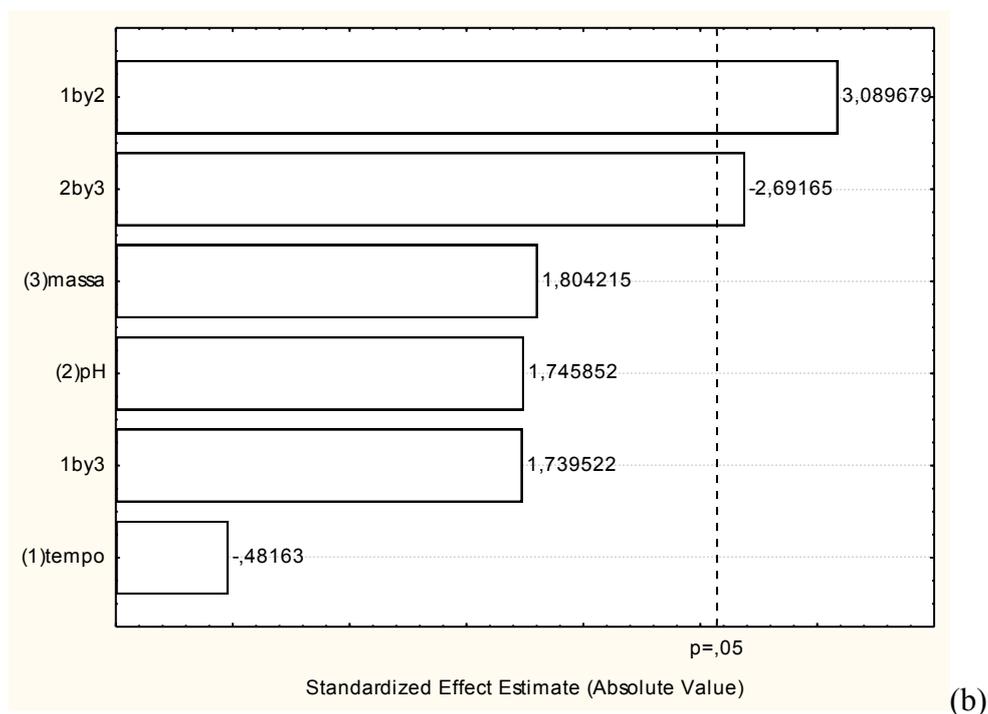


Figura 3: Gráficos de Pareto para os resultados experimentais obtidos pelo planejamento fatorial completo 2^3 para adsorção de Cd e Pb.



(Continuação) Figura 3: Gráficos de Pareto para os resultados experimentais obtidos pelo planejamento fatorial completo 2^3 para adsorção de Cd e Pb.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O planejamento fatorial 2^3 mostrou-se um método eficiente para determinação de condições ótimas para adsorção de cádmio e chumbo em soluções aquosas. As melhores

condições de adsorção foram pH 7, massa 50 mg e tempo 30 min para Cd e 60 min para Pb. A biomassa de casca de aipim apresentou-se como um bom adsorvente para Cd²⁺ e Pb²⁺, comparável ao carvão ativado comercial, sendo um material de baixíssimo custo, pois é utilizado in natura passando apenas por secagem e trituração.

REFERÊNCIAS

- ADERHOLD, D.; WILLIAMS, C. J.; EDYVEAN, R. G. J. The removal of heavy-metal ions by seaweeds and their derivatives. *Bioresource Technology*, v. 58, n. 1, p. 1-6, 1996.
- AGUIAR, Mônica Regina Marques Palermo de; NOVAES, Amanda Cardoso. REMOÇÃO DE METAIS PESADOS DE EFLUENTES INDUSTRIAIS POR ALUMINOSSILICATOS. *Química Nova*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 6, p. 1145-1154, maio 2002.
- BAIRD, Colin. *Química Ambiental*. 2ªed. Porto Alegre. Editora Bookman. 622 p. 2002.
- Gupta, V.K., 2015. Bioadsorbents for remediation of heavy metals : Current status and their future prospects 20, 1–18.
- BHATNAGAR, A.; SILLANPÄÄ, M. Utilization of agro-industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review. *Chemical Engineering Journal*, v. 157, n. 2–3, p. 277-296, 2010.
- KRATOCHVIL, D.; VOLESKY, B. Biosorption of Cu from ferruginous wastewater by algal biomass. *Water Research*, v. 32, n. 9, p. 2760-2768, 1998b.
- Lenardão, E.J., Dabdoub, M.J., Batista, C.F., 2003. “Green chemistry” – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Divulgação* 26, 123– 129.
- MANZINI, Flávio Fernando et al. Metais pesados: fonte e ação toxicológica. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. VI, p. 800-815, 2010.
- MELO, Marcos de Oliveira. Estudos para reaproveitamento de biomassas de sementes de mangaba e goiaba para adsorção de Cd e Pb em meio aquoso. 2017. 149 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.
- HAYASHI, A. M., (2001), Remoção de Cromo hexavalente através de processos de bioadsorção em algas marinhas, UNICAMP, 209p. Tese (Doutorado).
- TOREM, M. L.; CASQUEIRA, R. G. Flotação aplicada à remoção de metais pesados; Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2003 (75 p).
- VOLESKY, B., KUYUKAK, N., (1990), Biosorption by Algal Biomass, in *Biosorption of Heavy Metals* , CRC Press, Boca Raton, 173-198.
- VOLESKY, B. Detoxification of metal-bearing effluents: biosorption for the next century. *Hydrometallurgy*, v. 59, n. 2–3, p. 203-216, 2001.
- WUANA, R. A.; OKIEIMEN, F. E. Heavy Metals in Contaminated Soils : A Review of Sources , Chemistry , Risks and Best Available Strategies for Remediation. *International Scholarly Research Network*, p. 1–20, 2011.