



## **ABSORÇÃO DE METAIS TÓXICOS PELAS FIBRAS DE *COCOS NUCIFERA L.***

Nathan Alves da Silva<sup>1</sup>; Deusmaque Carneiro Ferreira<sup>2</sup>; Alexandre de Faria Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Química na Universidade de Uberaba

<sup>2</sup>Professor Pesquisador do curso de Engenharia Química da Universidade de Uberaba, Brasil. (alexandredefarialima@gmail.com)

**Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013**

### **RESUMO**

A poluição de efluentes vem gerando grande preocupação em toda sociedade, devido à água ser uma necessidade básica essencial para a manutenção e sobrevivência da população. Quando a poluição está correlacionada a metais tóxicos, se torna um problema ainda mais preocupante, devido à dificuldade em propor um tratamento que os retire totalmente do efluente. Um tratamento alternativo desses efluentes, que vem apresentando resultados satisfatórios, envolve a utilização de biomassas residuais para a remoção de metais tóxicos do meio, por meio de adsorção e/ou complexação. Um exemplo de material com ótimas características biossorvente é a fibra do coco verde. Por ser material de baixo custo, abundante e ainda, que apresenta efetiva capacidade de adsorção/complexação de íons metálicos livres no efluente, concentrando-os em sua superfície, esse tipo de material vem despertando grande interesse de estudo da comunidade científica. Porém, há algumas condições que interferem nesse processo, dentre elas podemos destacar o pH, por ser uma das variáveis mais críticas no processo de remoção de íons metálicos empregando biomassas. O objetivo deste trabalho foi investigar a eficiência de remoção dos íons Pb e Ni em amostras simuladas de efluentes, empregando um tratamento com fibras de coco verde. Os resultados apresentados demonstram a possibilidade de utilização do pó de fibras do coco verde para a remoção de metais tóxicos (Pb e Ni), em diferentes faixas de pH, como uma proposta alternativa para tratar efluentes contaminados, pois em determinadas condições foi possível verificar remoção em torno de 98 % para Pb e 94 % para o Ni. Este trabalho contribui ainda com o princípio da química verde, focando a melhoria da qualidade de vida de todos os seres vivos que dependem direto ou indiretamente de determinados efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, Metais Tóxicos, *Cocos Nucifera L.*

### **ABSORPTION OF TOXIC METALS BY THE FIBER *COCOS NUCIFERA L.***

#### **ABSTRACT**

The pollution of effluents has generated great concern in every society, due to water

being a basic need essential for the maintenance and survival of the population. When pollution is correlated with toxic metals, becomes an even more worrying because of the difficulty in offering a treatment that completely remove the effluent. An alternative treatment of effluent, which has shown satisfactory results, involves the use of biomass waste to remove toxic metals in the middle, by adsorption and / or complexation. An example of material with excellent characteristics of the biosorbent is coconut fiber. Because of low material cost, abundant and yet, that presents effective adsorption capacity / complexation of free metal ions in wastewater by concentrating them on their surface, such material is attracting great interest to study the scientific community. However, there are some conditions that interfere with this process, among which we highlight the pH, as one of the most critical variables in the process of removing metal ions using biomass. The objective of this study was to investigate the removal efficiency of Pb and Ni in simulated wastewater samples, using a treatment with coconut fiber. These results demonstrate the possibility of using the powder of coconut fiber for the removal of toxic metal (Ni and Pb), at different pH ranges, as an alternative to treat wastewater contaminated, under certain conditions it was possible to verify removing about 98% Pb and 94% for nickel. This work also contributes to the principle of green chemistry, focusing on improving the quality of life of all living beings that depend directly or indirectly from certain effluents.

**KEYWORDS:** Absorption, Toxic Metals, *Cocos Nucifera L.*

## INTRODUÇÃO

Devido a expansão do setor industrial acompanhado pelo crescimento populacional houve um aumento na geração de efluentes, um dos maiores problemas ambientais é o fato que os efluentes são lançados nos corpos de água contendo metais tóxicos, que muitas vezes são descartados diretamente na natureza sem qualquer tratamento, acarretando aumento da contaminação desses corpos receptores (BEZERRA, 2008).

Os metais tóxicos são fonte de poluição ambiental e apresentam diversos efeitos nocivos aos ecossistemas, são altamente reativos e bioacumuláveis, além de afetar a fertilidade dos solos e, principalmente, dos aquíferos e das águas superficiais. Esses contaminantes mesmo em baixas concentrações podem comprometer a potabilidade da água para consumo humano, além de causar diversas alterações físico-químicas na qualidade desse recurso hidro o que acarreta um desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos, prejudicando também a saúde humana (PINO, 2005 ).

A interação fisiológica dos metais tóxicos nos seres vivos acontece através do bloqueio de atividades biológicas, sobretudo da inativação de enzimas vitais, devido à formação de quelatos entre o metal e alguns grupos funcionais das proteínas, ocasionando danos irreversíveis em diversos organismos (VULLO, 2003).

O grande problema deste tipo de contaminação é que na maioria das vezes os métodos de tratamentos usuais para efluentes não são capazes de elimina-los com eficiência (AGUIAR & NOVAES, 2002).

A remoção dos metais tóxicos contaminantes geralmente é realizada por

precipitação química, método de baixa viabilidade econômica, onde coagulantes são adicionados nos tanques de decantação, reduzindo a solubilidade do constituinte metálico e favorecendo assim a sua precipitação, promovendo a alteração do equilíbrio químico das espécies que deseja-se remover (ZAMPIN et al., 2009).

A remoção dos metais, na forma de óxidos, hidróxidos, carbonatos ou sulfatos apresenta limitações como: precipitação ineficiente se os metais estão complexados ou na forma de ânions; a menor concentração do metal alcançada é limitada pelo produto de solubilidade, além da grande quantidade de lodo que é gerada após a decantação e da necessidade de uma posterior filtração para remoção dos sólidos suspensos. Sendo assim o processo de adsorção tem sido uma das opções mais estudadas no tratamento de águas e efluentes entre as tecnologias existentes, pois possibilita o reúso da água. (MADEIRA, 2003; LUNARDI et al., 2009).

A adsorção envolvendo a biomassa residual para tratar efluentes tem despertado grande interesse nos últimos anos. Trata-se de um material proveniente de recursos renováveis, biodegradável e praticamente sem custo, no qual o metal adsorvido pode ser recuperado pelo processo de dessorção com o uso de diferentes soluções eluentes (sais, ácidos, bases). A solução resultante, altamente concentrada em metais, pode ser processada por outras técnicas tais como; as eletroquímicas o que possibilita o seu reúso (MONTEIRO, et al., 2009).

Um exemplo de um material bioissorvente é a fibra do coco verde, um material de baixo custo e abundante, que consegue absorver metais como o chumbo e o níquel (MONTEIRO, 2009).

Nos últimos anos a produção de coco verde tem aumentado e gerado um problema para a sociedade, em que cerca de 80% a 85% de seu peso bruto é descartado em lixões e aterros sanitários, formando assim, montanhas de rejeitos de coco. Este resíduo é um material de difícil decomposição, levando mais de oito anos para sua completa biodegradação. Recentemente, a produção de coco tem aumentado em 68% só no estado de São Paulo, deste contingente apenas 1,4% é destinado ao consumo, água de coco, o restante é descartado como agrosresíduo (PINO, 2005).

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma das frutíferas mais difundidas naturalmente no globo terrestre, ocorrendo em praticamente todos os continentes. A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são vantagens adicionais apresentadas por este tipo de material. Em virtude desta dispersão e adaptabilidade, seu cultivo e sua utilização se dão de forma expressiva, com uma gama de produtos e subprodutos, tanto na forma in natura quanto industrializada. O mercado do coco verde no Brasil é crescente e significativo, não só pelo aumento de áreas de plantios, com Coco Anão Verde destinado à produção de água, mas pelo crescimento do consumo da água de coco (MARTINS & JESUS JÚNIOR, 2011).

O Brasil atualmente é o maior produtor mundial de água de coco, em que a área de cultivo de coqueirais já soma 290 mil hectares, distribuídos entre as variedades gigante, anão e híbrido (cruzamento entre gigante e anão), e a produção caminha para 3 milhões de toneladas (MOREIRA, 2011).

A Figura 1 mostra a evolução da quantidade total de frutos colhidos no Brasil nos últimos 20 anos.



**FIGURA 1.** Evolução da produção de coco-da-baía no Brasil de 1990 a 2010

**FONTE:** IBGE – Produção Agrícola Brasileira, 2013.

Com a crescente conscientização de que os processos industriais necessitam ser ecologicamente corretos, cada vez mais aumentam as discussões científicas, éticas, morais e políticas a cerca dos problemas ambientais. Portanto, as indústrias para sua própria sobrevivência têm procurado sofisticadas soluções para minimizarem os impactos ambientais oriundos de suas atividades (MONTEIRO et al., 2009).

Assim a utilização da casca do coco verde processada, tornou-se importante no ponto de vista ambiental e social (VULLO, 2003).

O tratamento e purificação de águas e efluentes é um dos mais importantes objetivos para as indústrias, principalmente, aquelas cujos efluentes contém metais tóxicos, já que estes elementos demandam métodos específicos para serem removidos. O método escolhido além de baixo custo tem que apresentar a possibilidade de tratar grandes volumes de efluentes. O processo da biossorção surge como uma alternativa aos métodos convencionais em decorrência de características como redução de custo, e a possibilidade de aplicação em sistemas com capacidade de bioremediação de grande volume de efluente, fácil implantação, com preço operacional baixo, com possível seletividade e recuperação da espécie metálica (PINO, 2005; PINO, 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da fibra de coco verde no processo de remoção dos íons Pb e Ni em amostras de efluentes simulados, visando propor a técnica como tratamento alternativo de efluentes aquosos contaminados por metais tóxicos, contribuindo assim para com o princípio da química verde, empregando ainda a reutilização de materiais que até então, são considerados simples rejeitos.

## MATERIAL E METODOS

A fibra de coco empregada nesse trabalho foi extraída da espécie *nucifera* L. Para a obtenção do material de trabalho, primeiramente lavou-se com água destilada todos os frutos e em seguida realizou-se a fragmentação do material, retirando-se a parte externa, a casca, a parte interna e a castanha, restando apenas o mesocarpo, que é a parte que contém as fibras desejadas. O mesocarpo foi cortado em pequenos pedaços, lavado com água destilada e em seguida triturado em meio aquoso, empregando um liquidificador comercial e em seguida a mistura foi filtrada.

Posteriormente as fibras foram secadas em estufa a uma temperatura de 100°C por um período de 24 horas. Após o processo de desidratação procedeu-se a moagem das fibras em moinho de facas tipo Wyllie (Macro) CE-430, CIENLAB, específico para tecido vegetal, obtendo uma granulometria média não maior que 1,0 mm. Para garantir uma superfície de contato mais homogênea, o pó obtido do moinho foi selecionado em um conjunto de peneiras variável entre 60 e 70 mesh, obtendo uma granulometria ao redor de 0,2 mm.

O material obtido foi tratado com NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> por 3 horas em temperatura ambiente, com o objetivo de aumentar sua capacidade de adsorção, deixando sítios ativos com cargas negativas. Em seguida, o material adsorvente foi conduzido à estufa por um período de 24 horas a uma temperatura de 100 °C.

As adições de Pb e Ni em soluções, para efeito de simulação de uma amostra de efluente contaminado, foram realizadas partindo de soluções padrão 1000 mg.L<sup>-1</sup> (Titrisol<sup>®</sup>, Merck, Darmstadt, Alemanha) em HNO<sub>3</sub> 0,3 mol L<sup>-1</sup>, obtendo uma concentração de 70 e 90 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente para cada metal em solução.

Com a finalidade verificar valor de pH de trabalho mais eficiente no processo de adsorção, foram preparadas soluções que variaram entre 3,00 e 8,00, ajustados com soluções de NaOH 0,1 mol.L<sup>-1</sup> e HCl 0,1 mol.L<sup>-1</sup>. Para o tratamento de remoção de Pb, foi empregada uma relação de 17 g de adsorvente tratado por litro de efluente, enquanto que para Ni, foi empregado uma relação de 40g de adsorvente por litro de efluente.

Os experimentos de adsorção foram conduzidos sob agitação por um período de 8 horas a 800 RPM, empregando agitador magnético Corning, PC 420, Laboraty Stirrer. Após esse tempo procedeu-se a filtração do material, destinando o filtrado a determinação do teor de Pb e Ni remanescente em solução. O espectrômetro de absorção atômica com chama GBC 932AA (Melbourne, Austrália) equipado com as respectivas lâmpadas de cátodo oco foi empregado para a determinação de Pb e Ni nos extratos filtrados. A taxa de fluxo de ar e gás acetileno foram otimizadas empregando soluções padrão diluídas. O instrumento foi operado nas condições recomendadas pelo fabricante, conforme demonstrado na Tabela 1. Os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram calculados de acordo com a IUPAC (LD = 3s<sub>B</sub>/S e LQ = 10s<sub>B</sub>/S, em que s<sub>B</sub> é o desvio padrão de 10 medidas consecutivas da solução em branco e S é a coeficiente angular das respectivas curvas de calibração). Os valores de LD e LQ para Pb e Ni foram de 0,06 e 0,09 mg L<sup>-1</sup>, e 0,20 e 0,30 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente.

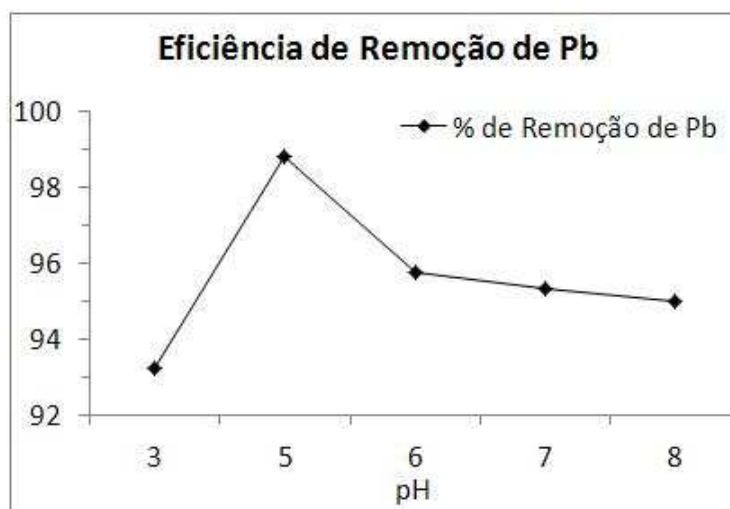
**TABELA 1.** Configuração operacional do espectrômetro de absorção atômica para a determinação de Pb e

Ni.		
Parâmetros (unidade)	Metais	
	Pb	Ni
$\lambda$ (nm)	217,0	232,0
Fenda (nm)	1,0	0,5
HCl (mA)	6	3
Ar (L min <sup>-1</sup> )	10,0	10,0
Acetileno (L min <sup>-1</sup> )	2,00	2,00
Curva de Cal. (mg L <sup>-1</sup> )	1,0 a 10,0	0,1 a 4,0

Fonte: Dados dos Autores

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados analíticos obtidos dos extratos filtrados, foi possível calcular o percentual de remoção de Pb e Ni em cada pH, considerando a concentração inicial adicionada em cada tratamento, conforme pode ser visualizado nas figuras 2 e 3 a seguir.

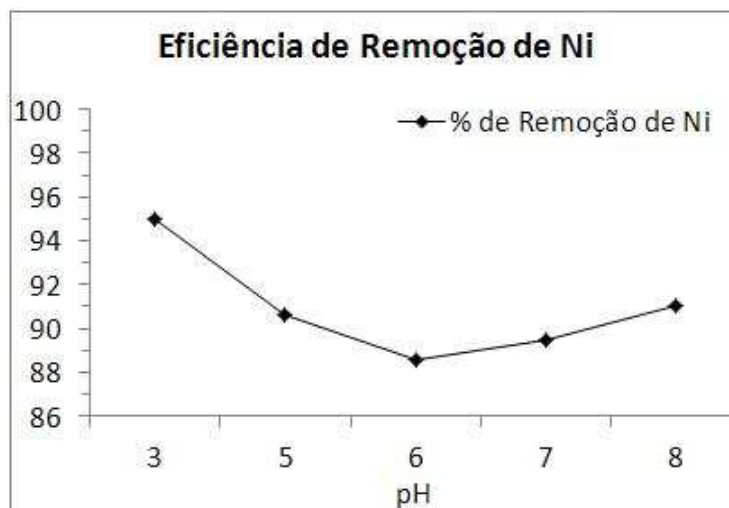


**FIGURA 2.** Percentual de remoção de Pb

Fonte: Dados do Autor

Observa-se na figura 2 que a remoção de Pb em pH 3,00 foi de 93,22 %, em pH 5,00 foi de 98,77 %, em pH 6,00 foi de 95,76 %, em pH 7,00 foi de 95,31 % e por fim em pH 8,00 a remoção foi de 94,97 %.

Constatou-se que o maior percentual de remoção ocorreu em pH 5,00, onde de fato, esse efeito já era esperado pois em pH maior que 6,00 os íons  $Pb^{2+}$  reagem com os íons  $OH^-$  em excesso formando bases insolúveis que não são adsorvidas na fibra do coco.



**FIGURA 3.** Percentual de remoção de Ni

**Fonte:** Dados do Autor

Observa-se na figura 3 que a remoção de Ni em pH 3,00 foi de 94,97 %, em pH 5,00 foi de 90,58 %, em pH 6,00 foi de 88,56 %, em pH 7,00 foi de 89,45 % e por fim em pH 8,00 a remoção foi de 91,03 %.

Para o teste realizado com Ni, constatou-se que a maior eficiência de remoção do metal em solução se deu em pH 3,00.

A influência do pH na adsorção de íons metálicos se dá pela competição entre os íons do metal e os íons  $H^+$  presentes em solução pelos sítios ativos da superfície da biomassa. As pesquisas demonstram que em baixos valores de pH grande parte dos grupos carboxila não se encontram dissociados, impedindo a interação com os íons metálicos em solução, embora possam participar de reações de complexação. A dependência de 'captura' de íons metálicos empregando biomassa, em função do pH, pode justificar-se pela associação e dissociação de alguns grupos funcionais presentes nas matrizes empregadas no tratamento.

Quando o valor do pH aumenta uma maior quantidade de grupos funcionais (carboxilas) encontra-se com cargas negativas e podem atrair por interações eletrostáticas os íons de carga positiva (CHUBAR et al., 2004; SELATNIA et al., 2004).

## CONCLUSÕES

A utilização do pó da casca do coco verde na remoção de metais tóxicos em amostras de efluentes apresentou eficiência significativa, destacando também grande potencial para o emprego deste material no tratamento de efluentes, merecendo assim uma atenção especial da comunidade científica, para desenvolver estudos de viabilidade para este processo. Sendo um modo alternativo de tratamento no qual ao utilizar a fibra do coco verde propicia-se um meio de reaproveitar essa matéria orgânica que ficaria acumulada em lixões, além de ser um material de baixo custo e possuir grande eficácia de remoção, atingindo 94,97 % e 98,77 % de absorção de Ni e Pb respectivamente.

## AGRADECIMENTOS

À Labfert Análises LTDA, pelo suporte técnico analítico e a Universidade de Uberaba – UNIUBE.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, M.R.M.P.; NOVAES, A.C.. Remoção de metais pesados de efluentes industriais por aluminossilicatos. **Química Nova**, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 25, p.1145-1154, 2002.

BEZERRA, R.S.; RIZZO, A.C.L.; AZEVEDO, B.S.M. **Utilização da Fibra da Casca do Coco Verde como Suporte para Formação de Biofilme Visando o Tratamento de Efluentes**. XVI Jornada de Iniciação Científica, CETEM - Centro de Tecnologia Mineral, 2008.

CHUBAR, N., CARVALHO, J.R., NEIVA, M.J. Cork biomass as biosorbent for Cu (II), Zn (II) and Ni(II). **Colloids and Surfaces A**, v. 230, p. 57-65, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<http://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=PA9&sv=83&t=lavoura-permanente-quantidade-produzida>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

LUNARDI, M.M; SANTOS, F.A.; CANTELLI, M. **Tratamento de efluente de indústria metalúrgica com o uso de biosorventes naturais para remoção de metais pesados**. X salão de Iniciação Científica PUCRS, 2009.

MADEIRA, V. S., MORETTI, K., HUMBERTO, J. J., MOREIRA, R, F. P. M.; Remoção de Ferro de água subterrânea utilizando carvão como adsorvente em escala de bancada e escala piloto. **Anais do IV Encontro Brasileiro sobre adsorção**, 2003.

MARTINS, C.R.; JESUS JÚNIOR, L.A. Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional - Panorama 2010. **Embrapa, Aracaju**, Se, jun. 2011.

MONTEIRO, R.A. **Avaliação do potencial de adsorção de U, Th, PB, Zn Ni pelas fibras do coco**. 2009, 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - materiais) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Autarquia associada a Universidade de São Paulo), São Paulo, 2009.

MONTEIRO, R.A.; BONIOLO, M.R.; YAMAURA, M. Uso das fibras de coco na biossorção de chumbo em águas residuárias industriais. **In: VI CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM – Associação De Universidades Grupo Montevideu (AUGM AMBIENTE 2009)**, São Carlos - Sp - Brasil - 05 A 09 Out 2009 p. 1 - 15.3

MOREIRA, D. Água de coco faz carreira de sucesso no exterior. **Globorural**, 28 dez. 2011.

PINO, G.A.H. **Biossorção de Metais Pesados Utilizando Pó da Casca de Coco Verde** (Cocos nucífera). 2005. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica do Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PINO, G.A.H.; TOREM, M.L. Aspectos fundamentais da biossorção de metais não ferrosos – Estudo de caso. **Tecnol. Metal. Mater. Miner**, São Paulo, v. 8 n.1, p.57-63, jan.-mar. 2011.

SELATNNIA, A. et al., Biosorption of Cd (II) from aqueous solutions by NaOH-treated bacterial dead *Streptomyces rimosus* biomass, **Hydrometallurgy**, v. 75, p. 11-24, 2004.

VULLO, D.L.; Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente, **Química Viva**, v. 2, n.3, 2003.

ZAMPIN, I.C .; BUENO, P.F.; ROSATI, A.B. **Chemical metal precipitation in residuary waters by the microbiology**. Holos Environment: IV Simpósio de Microbiologia Aplicada, Instituto de Biociências - UNESP Rio Claro, SP, abr. 2009.