

Caracterização das biomassas serragem de madeira teca (*Tectona granis*), casca de pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) e orelha de pau (*Pycnopus sanguineus*) pelo efeito do ponto de carga zero

Jéssica Mesquita do Nascimento, Jorge Diniz de Oliveira

Centro de Estudos Superiores de Imperatriz, UEMA,
jessicanascimento14@hotmail.com

Submetido em 24/09/2013; Versão revisada em 30/12/2013; Aceito em 01/02/2014

RESUMO

A contaminação dos ecossistemas com o avanço do crescimento industrial por metais potencialmente tóxicos como os íons Cd^{2+} e Pb^{2+} está cada vez maior. Uma alternativa para a remoção destes metais é a bioissorção que pode ser realizada através de bioissorventes como a serragem da madeira Teca (*Tectona granis*), a casca de Pequi (*Caryocar brasiliense Camb*) e o fungo Orelha de pau (*Pycnopus sanguineus*). Este artigo tem o objetivo de caracterizar a superfícies das biomassas segundo o efeito do Ponto de Carga Zero e determinar a capacidade e a eficiência de bioissorção em relação aos íons Cd^{2+} e Pb^{2+} .

Palavras - chave: Biomassas, Ponto de Carga Zero, Regalbuto.

ABSTRACT

Contamination of ecosystems with the advancement of industrial growth by potentially toxic metal ions such as Cd^{2+} and Pb^{2+} is increasing. An alternative to the removal of these metals is that biosorption can be accomplished by biosorbents like sawdust wood Teak (*Tectona granis*), bark Pequi (*Caryocar brasiliense*) and fungal ear stick (*Pycnopus sanguineus*). This article aims to characterize the surfaces of biomass under the effect of Load Point Zero and determine the capacity and efficiency of biosorption in relation to ions Cd^{2+} and Pb^{2+} .

Keywords: Biomass, Load Point Zero, Regalbuto

INTRODUÇÃO

A bioissorção é o processo de adsorção que se refere à ligação passiva de íons metálicos por biomassa viva ou morta. Define-se biomassa toda matéria orgânica de origem vegetal, animal ou microbiana incluindo os materiais procedentes de suas transformações naturais ou artificiais.

A principal vantagem do processo de separação por bioissorção, para o tratamento de resíduos líquidos sobre os métodos convencionais está relacionada à fácil regeneração do bioissorvente que aumenta a economia do

processo tornando possível a sua reutilização em ciclos de sorção múltipla. A otimização do ciclo sorção/dessorção resulta em efluente livre de metal e pequeno volume de alta concentração de metal em soluções dessorvidas, facilitando uma recuperação do metal por processos convencionais. Cabe ressaltar que, o bioissorvente usado e carregado com metais pode ser incinerado em temperaturas moderadas e depositado em aterros reduzindo o volume de resíduos líquidos.

No Brasil são produzidos os mais diversos subprodutos e resíduos agroindustriais (ex: bagaços de

cana-de-açúcar, caju, coco verde e outras frutas) em virtude da grande produção agrícola do país. Entretanto, a disposição dos resíduos gerados nestes setores, está se transformando em um sério problema ambiental.

A literatura apresenta trabalhos com resíduos de cenoura, cascas de amendoim, arroz, nozes, bagaço de cana-de-açúcar, serragem de madeira entre outros (NASERNEJAD et al., 2005; RODRIGUES et al., 2006; JUNIOR et al., 2007).

Diante de tantas biomassas encontradas na literatura necessita-se um estudo mais aprofundado a respeito da caracterização das superfícies das mesmas pelo Ponto de Carga Zero (PCZ) com intuito de compreender ainda mais o processo de biossorção.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Obtenção e identificação do material biossorvente

2.1.1 - Serragem de madeira Teca

O pó de serragem de Teca (*Tectona granis*) foi fornecido pela Nobleinvest Atividades Rurais LTDA localizado no município de São Miguel do Tocantins e pela movelaria Lisboa Móveis localizada na Cidade de João Lisboa a 12 km de Imperatriz. O material foi peneirado a fim de se obter granulométrica mais homogênea em peneiras de 0,045 mm para condução dos ensaios de biossorção.

2.2.2 - Casca de Pequi

As amostras de pequi foram adquiridas em feiras e nos mercados da cidade de Imperatriz-MA, em seguida foram retirados os frutos, as cascas foram submetidas à secagem ao sol para tirar o excesso de água, depois de secas foi levada à estufa de circulação de ar por 24 horas a temperatura de 40°C, decorrido o tempo de secagem as amostras foram trituradas em liquidificador para obtenção do pó. Posteriormente, as amostras foram peneiradas em peneira de (0,045 mm) e armazenadas em frasco de polietileno de cor escura.

2.2.3 - Orelha de pau

A amostra de orelha de pau (*Pycnoporus*

sanguineus) foi adquirida nas árvores localizadas no pátio do Centro de Estudos Superiores de Imperatriz CESI-UEMA e residências no município de Imperatriz-MA. Após a coleta o material foi submetido à identificação no Laboratório de Botânica do Centro de Estudos Superiores de Imperatriz CESI/UEMA. O material após a identificação foi submetido à secagem ao ar em temperatura ambiente aproximadamente 28 °C, decorrido o tempo de secagem a amostra foi triturada em liquidificador para obtenção do pó.

2.3 - Determinação do Ponto de Carga Zero (PCZ)

A metodologia empregada neste estudo para a determinação do PCZ foi descrita por Regalbuto et al. (2004). O procedimento consistiu em misturar 50 mg da biomassa com 50 mL de solução aquosa sob diferentes condições de pH inicial (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12) e determinar o pH após 24 horas de equilíbrio. As soluções com pH em faixa ácida foram feitas a partir de diluições de HCl 1 mol L⁻¹ e as de pH básico a partir de diluições da solução de NaOH 1 mol L⁻¹, já que ambos os reagentes possuem atividade próxima a sua concentração. O PCZ é obtido da faixa onde se observa o efeito tampão, ou seja, onde o pH final não varia.

2.4 - Estudo referente à capacidade e a eficiência de biossorção na remoção dos íons Cd²⁺ e Pb²⁺

Os experimentos para estimar a capacidade e a eficiência de biossorção dos biossorventes Casca de Pequi (*Caryocar brasiliense Camb*), Serragem de madeira Teca (*Tectona granis*) e Orelha de pau (*Pycnoporus sanguineus*) foram realizados em três repetições, utilizando-se ensaios descontínuos sob agitação, mais conhecidos como batelada (batch). Em erlenmeyer contendo 2, 4, 8, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 g do material em 50 mL de solução sintética bielemtar de Cd²⁺ e Pb²⁺ em uma concentração de 25 mg L⁻¹ em pH 5 mantidos sob agitação em uma mesa agitadora órbita e sob rotação de 20 rpm à temperatura ambiente (28°C) durante 24 horas. Decorrido o tempo de contato as suspensões foram filtradas com auxílio de uma bomba de vácuo em filtro de membrana 0,45 µm.

A capacidade de bioadsorção foi determinada segundo a equação 1 (MENDHAM et al, 2002). A eficiência de bioadsorção dos bioadsorventes foi determinada utilizando a percentagem de remoção do adsorvato de acordo com a equação 2 (PORPINO, 2009).

$$q = \frac{(C_i - C_e)}{m} * V \quad \text{Equação (1)}$$

$$E = \frac{(C_i - C_e)}{C_i} * 100 \quad \text{Equação (2)}$$

Onde:

C_i = concentração inicial da solução em ($mg L^{-1}$)

C_e = concentração de equilíbrio em ($mg L^{-1}$)

E = eficiência de bioadsorção em (%)

q = Capacidade de bioadsorção em ($mg kg^{-1}$)

m = massa do bioadsorvente em (g)

V = Volume da solução aquosa sintética com as espécies metálicas em estudo em (L)

2.5 - Instrumentação

Os teores de Cd (II) e Pb (II) foram determinados por leitura direta. As concentrações residuais foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica por chama (FAAS) (VARIAN-modelo Espectra AA240), com chama de ar acetileno e com corretor de fundo com lâmpada de deutério. Os principais parâmetros operacionais do equipamento foram otimizados pela leitura de uma solução de $mg L^{-1}$ de cádmio (II) e chumbo (II) em água deionizada.

Tabela 1. Condições de operação do FAAS na determinação de Cd^{2+} e Pb^{2+}

Condições de operação	Cd^{2+}	Pb^{2+}
Comprimento de onda (nm)	228,8	217,0
Fenda (nm)	0,5	1,0
Lâmpada (mA)	4,0	5,0
Corretor de Background	Sim	Sim

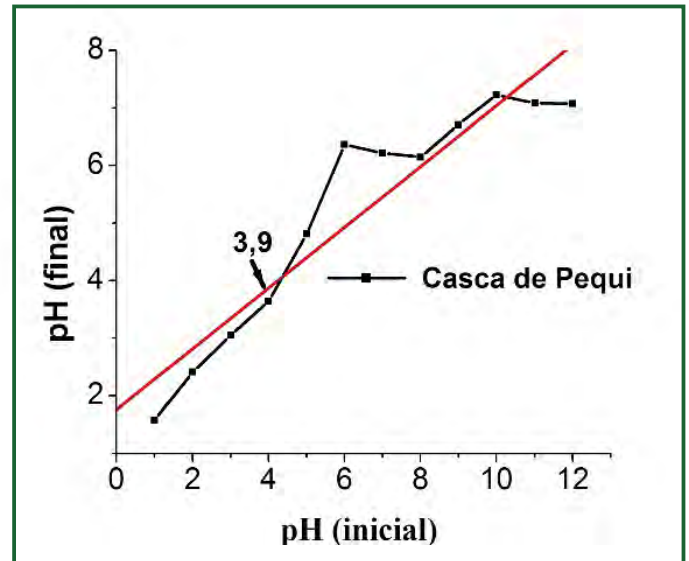
RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Estudo referente ao Ponto de Carga Zero (PCZ)

Na Figura 1 está representado o Ponto de Carga Zero do bioadsorvente casca de Pequi. Entende-se por (PCZ) o ponto referente ao pH onde a superfície possui carga neutra. De acordo com este estudo observa-se que o (PCZ) da biomassa consistiu a faixa de 3.9, ou seja, nesta faixa de pH a superfície da biomassa em estudo não possuem cargas sendo, portanto de caráter neutro.

Evidenciando que faixas de pH abaixo de 3.9 a adsorção é predominante de cargas negativas e acima do pH 3.9 a adsorção é predominante de cargas positivas.

Figura 1. Estudo referente ao Ponto de Carga Zero da casca de Pequi



Na Figura 2 está representado o Ponto de Carga Zero da biomassa casca de Pequi, observa-se que a faixa de pH encontrado é a mesma evidenciada para a biomassa serragem de madeira Teca, demonstrando, portanto que ambas as superfícies das biomassas apresentam carga neutra no pH 3.9.

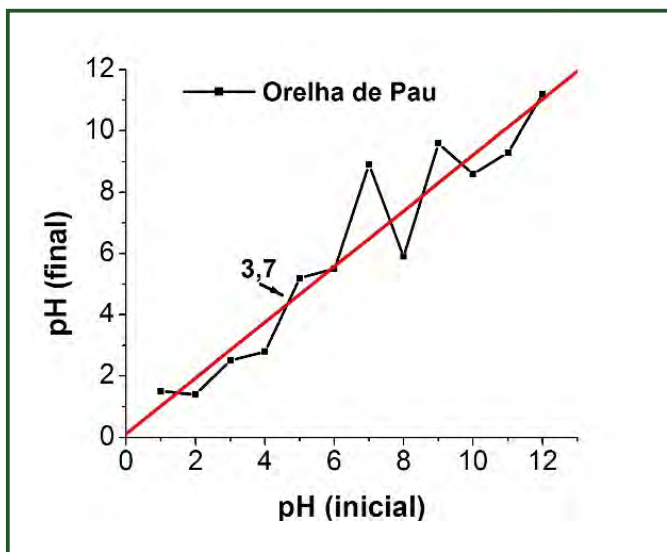
Figura 2. Estudo referente ao Ponto de Carga Zero da serragem de madeira Teca



Na Figura 3 está representado o Ponto de Carga Zero da biomassa Orelha de pau. Paralelamente verificou-se que este bioadsorvente apresentou (PCZ) na

faixa de 3.7. O PCZ encontrado para ambos os bioissorventes indicam que abaixo dessas faixas de pH a superfície dos bioissorventes apresentam carga líquida positiva em função do equilíbrio de protonação existente bioissorvendo conseqüentemente cargas negativas. Portanto as biomassas têm como características atuarem como trocadores catiônicos a $pH_{PCZ} > 3.9$ e/ou 3.7, possuindo natureza ácida o que gera um caráter hidrofílico facilitando o processo de bioissorção.

Figura 3. Estudo referente ao Ponto de Carga Zero do fungo Orelha de pau



3.2 - Estudo referente à capacidade e eficiência de bioissorção

Nas Figuras 4a e 4b estão representadas a capacidade e a eficiência de bioissorção referente ao íon Cd^{2+} respectivamente. A Figura 4A referente ao estudo da capacidade de bioissorção demonstrou uma capacidade de remoção mais efetiva para a biomassa Orelha de pau de $15,8 \text{ mg kg}^{-1}$ seguida das biomassas casca de Pequi de $10,2 \text{ mg kg}^{-1}$ e serragem de madeira Teca de $9,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ambas na menor massa trabalhada. Observa-se que com o aumento da concentração do bioissorvente há um decréscimo na capacidade de bioissorção das biomassas em estudo.

A Figura 4B referente à eficiência de bioissorção evidencia que a melhor eficiência encontrada foi para a biomassa serragem de madeira Teca na massa de 15 gramas de 99,8% seguida das biomassas casca de Pequi na massa de 50 gramas de 99,5% e Orelha de pau também na massa de 50 gramas de 99%. Observa-se que com o

aumento da concentração do bioissorvente a eficiência de bioissorção aumenta para as biomassas Orelha de pau e casca de Pequi sendo que para a biomassa de serragem de madeira Teca em todas as massas trabalhadas possuíram eficiências de remoção semelhantes.

Figura 4A. Capacidade de bioissorção referente ao íon Cd^{2+}

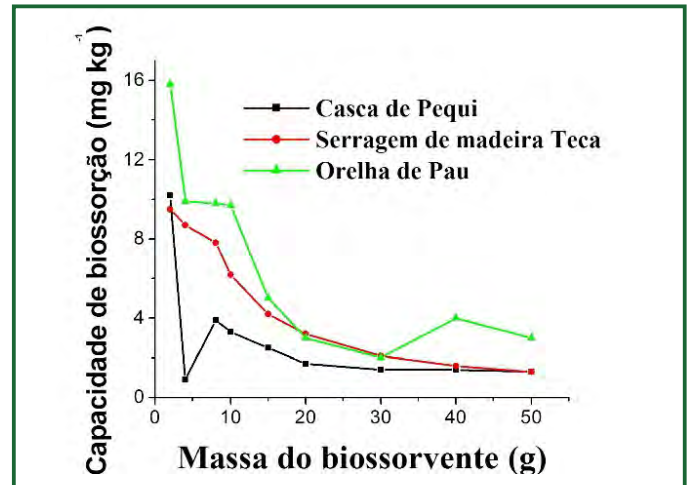
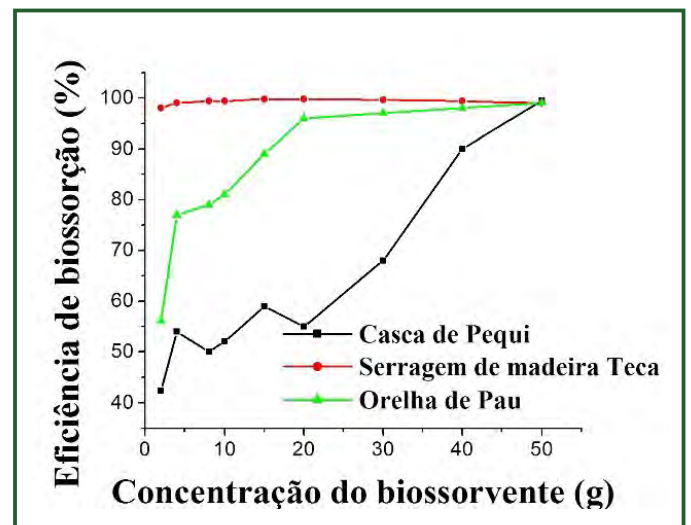


Figura 4B. Eficiência de bioissorção referente ao íon Cd^{2+}



Nas Figuras 5A e 5B estão representadas a capacidade e a eficiência de bioissorção referente ao íon Pb^{2+} respectivamente.

A Figura 5a evidencia que a melhor capacidade de bioissorção foi encontrada para a biomassa Orelha de pau de 8 mg kg^{-1} seguida das biomassas casca de Pequi de $7,9 \text{ mg kg}^{-1}$ e serragem de madeira Teca de $7,5 \text{ mg kg}^{-1}$ ambas na menor concentração de biomassa trabalhada. O mesmo comportamento apresentado pelo o íon Cd^{2+} foi evidenciado para o íon Pb^{2+} onde se observa que com o aumento da massa dos bioissorventes há um decréscimo

na capacidade de remoção das espécies metálicas em estudo. A Figura 5B referente à eficiência de bioadsorção demonstrou que a biomassa que possuiu a melhor eficiência de remoção foi à casca de Pequi na massa de 10 gramas de 98,4% seguida das biomassas serragem de madeira Teca na massa de 2 gramas de 98% e Orelha de pau na massa de 15 gramas de 91%.

Figura 5A. Capacidade de bioadsorção referente ao íon Pb^{2+}

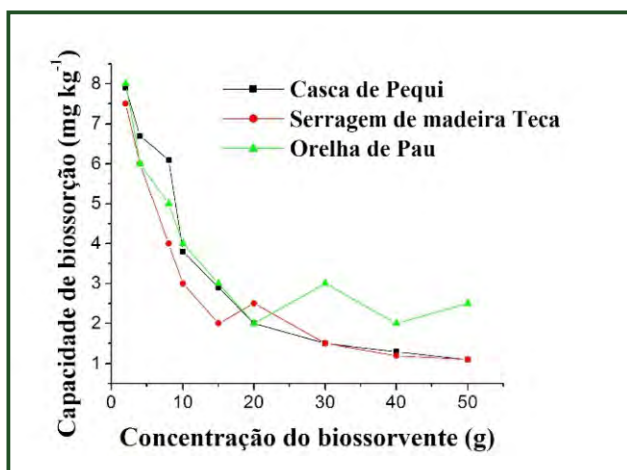
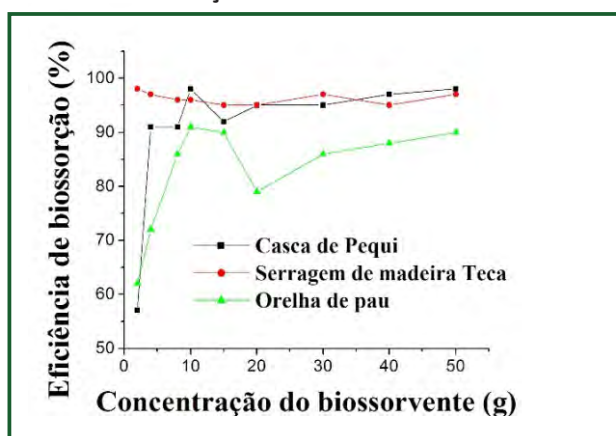


Figura 5B. Eficiência de bioadsorção referente ao íon Pb^{2+}



CONCLUSÕES

A análise do estudo do efeito do Ponto de Carga Zero segundo a metodologia de Regalbuto et al (2004) evidenciou que as biomassas serragem de madeira Teca, casca de Pequi e Orelha de pau demonstrou que as biomassas possuem como características uma superfície de natureza ácida. Sendo, portanto acima do pH_{pCZ} 3.7 ou 3.9 atuarem como bioadsorventes de cargas positivas como os metais potencialmente tóxicos Cd^{2+} e Pb^{2+} .

O estudo da capacidade e eficiência de bioadsorção demonstrou que as biomassas em estudo possuem boa capacidade e eficiência de bioadsorção para

os íons Cd^{2+} e Pb^{2+} . Em relação ao íon Cd^{2+} evidencia-se que a melhor capacidade de bioadsorção pode ser expressa em ordem crescente da seguinte forma em relação às biomassas em estudo: Orelha de pau > casca de Pequi > serragem de madeira Teca, as biomassas que possuíram melhor eficiência de bioadsorção podem ser expressas da seguinte ordem crescente: serragem de madeira Teca > casca de Pequi > Orelha de pau.

O estudo de bioadsorção para o íon Pb^{2+} evidenciou que para o estudo da capacidade as biomassas que possuíram melhor capacidade de sorção podem ser expressas em ordem crescente da seguinte forma: Orelha de pau > casca de Pequi > serragem de madeira Teca, as biomassas que possuíram melhor eficiência de remoção podem ser expressas na ordem crescente da seguinte forma: casca de Pequi > serragem de madeira Teca > Orelha de pau.

REFERÊNCIAS

- JUNIOR, O. K.; GURGEL, A. L. V.; MELO, J. C. P.; BOTARO, V. R.; SACRAMENTO, T. M. M.; GIL, R. P. F.; FREDERIC GIL, L. Adsorption of heavy metal ion from aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane bagasse. **Bioresource Technology**, v. 98, p. 1291-1297, 2007.
- MENDHAM, D.S.; O'CONNELL, A.M. & GROVE, T.S. Organic matter characteristics under native forest, long-term pasture, and recent conversion to eucalyptus plantations in Western Australia: Microbial biomass, soil respiration, and permanganate oxidation. **Aust. Journal of Soil Science**, 40:859-872, 2002.
- NASERNEJAD, B.; ZADEH, T. E.; POUR, B. B.; BYGI, M. E.; ZAMANI, A. Comparison for biosorption modeling of heavy metals (Cr (III), Cu (II), Zn (II)) adsorption from wastewater by carrot residues. **Process Biochemistry**, v. 40, p.1319-1322, 2005.
- PORPINO, K. K. P. **Bioadsorção de ferro (II) por casca de caranguejo *ucides cordatus***. 2009. 90 p. Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal da Paraíba.
- REGALBUTO, J.R., ROBLES, J. "The engineering of Pt/Carbon Catalyst Preparation". University of Illinois, Chicago, 2004.
- RODRIGUES, R. F.; TREVENZOLI, R.L.; SANTOS, L. R. G.; LEÃO, V. A.; BOTARO, V. R.. Adsorção de metais pesados em serragem de madeira tratada com Ácido Cítrico. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v.11, n. 1, p. 21-26, jan/mar 2006.