



ESTUDO DE ADSORÇÃO DO CHUMBO II DE EFLUENTES UTILIZANDO CASCA DE ABACAXI COMO BIOMASSA ADSORVENTE

Thiago Rodrigo Barbosa Barros¹; Verônica Evangelista de Lima²; Márcia Ramos Luiz²; Vera Lúcia Meira de Moraes Silva²; Thianne Silva Batista¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – thiagodbarbosa@hotmail.com; ² Universidade Estadual da Paraíba, Unidade Acadêmica de Química – veronica.el@hotmail.com; ² Universidade Estadual da Paraíba, Unidade Acadêmica de Engenharia Sanitária e Ambiental – marciarluiz@yahoo.com.br; ² Universidade Estadual da Paraíba, Unidade Acadêmica de Química – meiravlm@yahoo.com.br; ¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Química – thianne.silva@gmail.com.

RESUMO

O avanço tecnológico industrial vem resultando na geração de águas contaminadas por efluentes, contendo variadas concentrações de metais pesados, substâncias tóxicas e não biodegradáveis, isso tem sido um problema comumente nos últimos anos. A busca para encontrar alternativas viáveis e de baixo custo no intuito de amenizar ou até mesmo solucionar os problemas causados por contaminantes do tipo metais pesados, tem crescido. É neste contexto que o processo de separação por adsorção apresenta-se, revelando uma abrangente aplicabilidade, por ser uma técnica bastante eficiente na remoção de íons metálicos devido principalmente à utilização de biomassas naturais abundantes, estas possuem grandes potenciais adsorventes e de baixo custo operacional para o tratamento de efluentes. O presente trabalho propôs o estudo da viabilidade do processo de adsorção na remoção de íons metálicos chumbo II de efluentes, utilizando casca de abacaxi como biomassa adsorvente. Para tanto, foram realizadas curvas cinéticas e isotermas de adsorção, aplicando-se como ajuste o modelo de pseudo-segunda ordem de Ho&Mccay e Langmuir, respectivamente. Verificou-se a influência do tempo de contato no intervalo de 5 a 60 minutos e entre as concentrações de chumbo de 62,5mg L⁻¹ a 625mg L⁻¹. Os resultados obtidos mostram que 53% de Pb(II) foram adsorvidos pelo abacaxi, o que reflete uma capacidade regular de adsorção.

Palavras-chave: Adsorção, biomassas adsorventes, metais pesado.

1. INTRODUÇÃO

O Meio Ambiental atualmente vem enfrentando problemas graves no que diz respeito a contaminação da água por metais pesados. Quando essa concentração excede de um determinado controle pode causar transtornos incalculáveis aos seres vivos, sendo assim, é de grande importância a utilização de técnicas que reduzam ou até

mesmo elimine a concentração de metais nos efluentes líquidos, minimizando esses danos.

As principais fontes de poluição por metais pesados são aquelas provenientes dos efluentes industriais, da mineração e das lavouras (Aguiar Palermo e Novaes, 2002). Estes metais quando lançados sem tratamento prévio são altamente móveis no meio ambiente e bioacumulativos na cadeia alimentar



[Bailey et al., 1999; Kumar e Bandyopadhyay, 2006]. A presença destes íons metálicos em excesso nos corpos d'água é uma ameaça potencial à saúde pública, à fauna e à flora, pois muitos são conhecidos pela natureza carcinogênica e tóxica (Johnson et al., 2002; Gupta e Ali, 2004). A International Agency for Research on Cancer [IARC] considera que alguns metais de transição sejam responsáveis por alguns tipos de câncer [Farajzadeh e Monji, 2004; IARC, 2006; Williams, 2000].

O chumbo é encontrado na natureza acumulado em minas como resultado dos processos de diferenciação que ocorreram durante a evolução do planeta. Os resíduos de chumbo são classificados pelas normas brasileiras como perigosos. A exposição ao chumbo utilizado em diversos tipos de indústrias (mineração, cerâmica, baterias, pintura) é cada vez mais comum e os desastres são descobertos apenas anos ou décadas mais tarde. O contato humano com o chumbo pode levar a distúrbios de praticamente todas as partes do organismo - sistema nervoso central, sangue e rins – culminando com a morte. Em doses menores, acarreta alteração na produção de hemoglobina e em processos bioquímicos cerebrais causando alterações psicológicas e comportamentais. Devido a sua baixa solubilidade, a absorção dá-se principalmente por via oral ou respiratória [FERREIRA et al., 2007].

Um método alternativo bastante eficaz e versátil utilizado na remoção de metais tóxicos em solução aquosa é a adsorção [Gupta e Ali, 2000; Sousa et al., No prelo]. O principal adsorvente utilizado para a remoção de vários compostos orgânicos e íons metálicos é o carvão ativo. Porém, o alto custo deste material é um sério problema [Gupta et al., 2003; Pollard et al., 1992]. Entretanto, a procura

de novos materiais biológicos de fonte renovável, baixo custo, fácil manuseio e com menor impacto ambiental vem sendo incentivada para este objetivo [Saeed et al., 2005; Horsfall, et al., 2006; Agarwal et al., 2006].

Nos últimos anos a adsorção tem aparecido como uma técnica de grande significância para o tratamento de efluentes industriais, principalmente devido à utilização de adsorventes naturais, onde alguns são obtidos de subprodutos da indústria (resíduos industriais) e da agricultura (resíduos culturais). Estudos têm comprovado a eficiência desses adsorventes para o tratamento de águas e efluentes contaminados por derivados de petróleo, metais pesados e outras substâncias tóxicas [SILVA et al., 2010].

O uso de biomassas regionais desponta para a possibilidade de se obter um processo eficiente e economicamente viável para descontaminação de efluentes. Estudos realizados nos últimos anos comprovam a eficácia deste tipo de material para diversos tipos de poluentes: na remoção de corantes [LEAL, 2003; CHAVES, 2008; CHAVES, 2007]. Um fator que tem incentivado a investigação de novas biomassas adsorventes, como alternativas para o tratamento de efluentes, é o fato de ser uma tecnologia de baixo custo. Diferentes tipos de adsorventes têm sido experimentados por muitos pesquisadores, tais como casca de banana, casca de arroz, serragem de madeira, casca de laranja, fibra de coco, casca de abacaxi, entre outros [NAMASIVAYAM et al. 2001].

Norteados pelos fundamentos teóricos, anteriormente expostos, o presente trabalho foi direcionado ao estudo da viabilidade do processo de adsorção na remoção de íons metálicos chumbo II de efluentes, utilizando casca de abacaxi como biomassa adsorvente. Para atendimento desse objetivo, foram



produzidas as curvas cinéticas e as isothermas de equilíbrio, comparando os dados obtidos ao modelo de pseudo-segunda ordem e isoterma de Langmuir, determinando-se os parâmetros referentes ao modelo para avaliação qualitativa e quantitativa do processo.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparação do adsorvente

2.1.1 Caracterização da casca do abacaxi

Inicialmente, cortou-se a casca do Abacaxi, em pedaços de aproximadamente 15cm. Estes, foram secos em uma estufa por cerca de 24 horas a uma temperatura de 80°C, eliminando-se mais de 80% de umidade, observou-se assim, que 17% da casca representava a parte sólida. Posteriormente, trituraram-se as cascas utilizando-se um liquidificador industrial. Separou-se a biomassa em peneiras com granulométrica de 1,69mm.



Figura 1: Biomassa pronta para ser utilizada na adsorção.

3.2 Determinações das cinéticas de adsorção

Inicialmente variou-se o tempo de contato da biomassa, de 5 a 60 minutos com intervalo de 5min entre as medidas, com uma solução nítrica com concentração de 625mg/L do chumbo.

Foram utilizados 0,6g da biomassa com 26 mL das soluções, para cada ensaio.

Os Erlenmeyer de 125 ml foram colocados em um agitador do tipo eletro-ímã, mantendo-se a rotação constante durante o experimento. Para evitar perdas por respingos os recipientes utilizados foram tampados durante todo o período.

Após o tempo as amostras foram filtradas, retirou-se 1 mL da amostra e diluiu em 50mL de água destilada, para a determinação da concentração de chumbo remanescente. As concentrações das soluções finais foram determinadas utilizando o método espectrofotométrico. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

A porcentagem de adsorção foi calculada estabelecendo uma relação entre as concentrações iniciais (C_i) e as concentrações finais da fase fluida (C_f), representada pela Equação 1.

$$\% \text{ adsorvido} = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100 \quad [1]$$

2.3 Determinações das isothermas de adsorção

Foram utilizados 0,6g da biomassa com 26 mL de uma solução nítrica variando as concentrações de 125mg/L a 625mg/L do chumbo. Os Erlenmeyer foram colocados em uma mesa agitadora em rotação constante de 180 rpm durante um tempo de 60 mim. Após o tempo as amostras foram filtradas, retirou-se 1 mL da amostra e diluiu em 50mL de água destilada, para a determinação da concentração de chumbo remanescente.

As concentrações das soluções finais foram determinadas utilizando o método espectrofotométrico. Todas as medidas foram realizadas em triplicata.

A quantidade do metal adsorvido q (mg/g) foi calculada subtraindo-se a concentração da solução inicial C_i (mg/L) da solução final C_f (mg/L) multiplicando o valor obtido pelo volume da solução V (0,026L) e dividindo pela massa do



adsorvente m (0,6g), conforme expresso pela Equação 2.

$$q = \frac{(C_i - C_f) \times V}{m} \quad [2]$$

Os estudos de equilíbrio da adsorção do Pb(II) foi processado utilizando o modelo clássico de Langmuir, que descreve o equilíbrio estabelecido entre os íons de chumbo adsorvido na biomassa e os íons que ficam na solução.

A expressão de Langmuir é dada conforme a Equação 3.

$$q = \frac{Q_e \cdot b C_f}{1 + b C_f} \quad [3]$$

Na qual b e Q_e são constantes do modelo de Langmuir relacionadas com a capacidade de adsorção.

2.4 Determinações analíticas por espectrofotometria

Nesta etapa foi usado um aparelho espectrofotômetro para determinação das concentrações de chumbo.

As determinações da concentração de chumbo foram realizadas com o agente complexante PAR 4-(2-piridilazo resorcinol) na forma de sal sódico, em concentrações pré-determinadas. Inicialmente, foi verificado o espectro de absorção do PAR e das soluções contendo nitrato de chumbo no intervalo de 300 a 650 nm, estabelecendo-se como adequado para as medidas de concentração o comprimento de onda de 547 nm segunda a literatura por meio de uma curva de calibração, cada leitura de absorbância foi convertida em concentração de chumbo correspondente.

2.4.1 Reagentes, soluções e amostras

2.4.1.1 Solução de PAR

A solução estoque de PAR ($C_{11}H_8N_3NaO_2H_2O$) foi preparada dissolvendo 0,0230 g de PAR em 100 mL

de água destilada, esta foi acondicionada em um frasco de polietileno envolvido em papel alumínio, sendo posteriormente diluída 30mL desta para 100mL de água.

Estas soluções apresentam estabilidade de aproximadamente 30 dias.

2.4.1.2 Solução tampão de Bórax

A complexação do metal chumbo com o PAR foi realizada em pH próximo de 9,0, para garantir esta faixa de pH foi utilizado uma solução de tampão de bórax (tetraborato de sódio- $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) a 0,05mol/L.

2.4.1.3 Soluções estoque dos analíticos

Inicialmente foi preparada uma solução estoque de nitrato de chumbo na concentração de 1000 ppm, pela dissolução em água de quantidade suficiente do reagente. Posteriormente uma alíquota deste padrão foi diluída a várias concentrações menores, para serem analisadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2 Estudos de adsorção do chumbo (II) em casca do abacaxi

Os resultados obtidos considerando o tempo de contato do chumbo II em casca de abacaxi, partindo de uma concentração inicial de 625mg/L do metal em pH 5, estão representados na Figura 2.

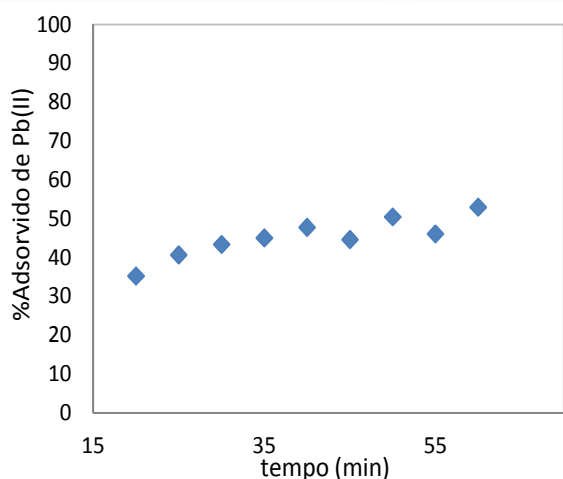


Figura 2: Adsorção do Pb^{2+} na biomassa em função do tempo de contato.

O estudo de adsorção em função do tempo de contato para o contaminante apresenta resultados satisfatórios devido à boa capacidade de adsorção da biomassa com percentual máximo atingido aproximadamente de 53% de remoção do chumbo no efluente.

3.2.1 Cinética de Adsorção

Os valores foram avaliados aplicando-se ao modelo de Pseudo-segunda- ordem de Ho e Mckay, Na figura 3- Esta representada a equação Linearizada para obtenção dos parâmetros para modelagem cinética.

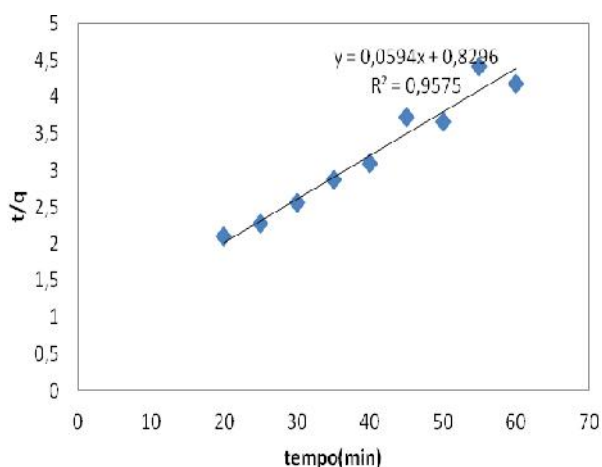


Figura 3: Equação de Ho & Mckay linearizada para adsorção do Pb^{2+} .

O valor de h indica a velocidade de adsorção inicial, dada pelo produto entre a constante de velocidade e o quadrado da quantidade adsorvida e os outros parâmetros foram obtidos pelo gráfico t/q x t os valores estão na Tabela1.

Tabela 1: Parâmetros cinéticos do processo de adsorção

Metal	Adsorvente	H	K(g/mg.min)	Qe(mg/g)	R ²
Pb^{2+}	Casca do Abacaxi	1,20	0,0024	16,94	0,957

Os resultados obtidos para cinética de adsorção utilizando a casca do abacaxi estão destacados na Figura 4, para concentração inicial de 625mg/L do íon chumbo ajustada ao modelo de pseudo-segunda ordem (Ho & Mckay). O gráfico permite observar a progressão do processo de adsorção sob o foco da quantidade adsorvida do metal por unidade de massa adsorvente q (mg/g), parâmetro indicativo da capacidade adsorvida da biomassa.

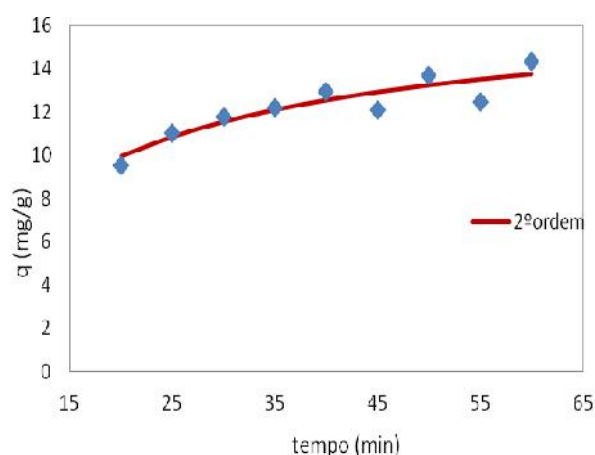


Figura 4: Cinética de adsorção do Pb^{2+} na biomassa ajustada ao modelo Ho & Mckay.

Pôde-se observar que o aumento do tempo de contato entre adsorbato e adsorvente proporcionou um aumento discreto na quantidade adsorvida. Porém,



para tempos determinados de contato, houve uma redução na quantidade de chumbo adsorvido. Esse comportamento tem sido observado por outros autores quando da utilização de outras biomassas. A explicação normalmente aceita é de que haja também adsorção de água na estrutura natural, promovendo o colapso dos poros, dificultando assim a entrada de íons chumbo.

Em 20 minutos de adsorção mais de 35% do metal, cerca de 9,54mg/g, foi removido pela biomassa. Esses dados refletem a afinidade do metal pelo material adsorvente, cursando com uma cinética de adsorção rápida. Tal fato revela boas possibilidades de aplicação do material estudado, visto que indica uma diminuição do tempo do processo, reduzindo os custos operacionais de implantação e dimensionamento, potencializando as aplicações em grande escala.

Essa rápida cinética, embora represente uma vantagem para utilização do material como adsorvente, revela-se uma dificuldade para a modelagem matemática do fenômeno, enfrentada por todos os autores. Adicionalmente, a origem natural da biomassa lhe confere características de não uniformidade da estrutura, fato que torna o processo adsorvivo de difícil previsão veste ser um fenômeno essencialmente de superfície.

3.2.2 Isotermas de adsorção.

Na Figura 5 – Representada a isoterma de adsorção do Pb^{2+} em casca do abacaxi, estabelece a quantidade de chumbo (II) adsorvido em função da concentração final do Chumbo na fase líquida (ppm).

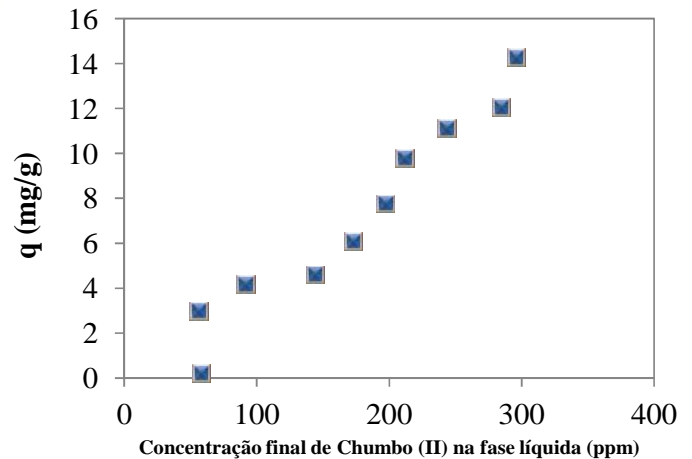


Figura 5: Isoterma de adsorção do chumbo em casca do abacaxi.

Na Figura 6: Esta representada a equação linearizada de Langmuir para a adsorção de Chumbo (II) em casca de abacaxi para determinar os parâmetros de equilíbrio.

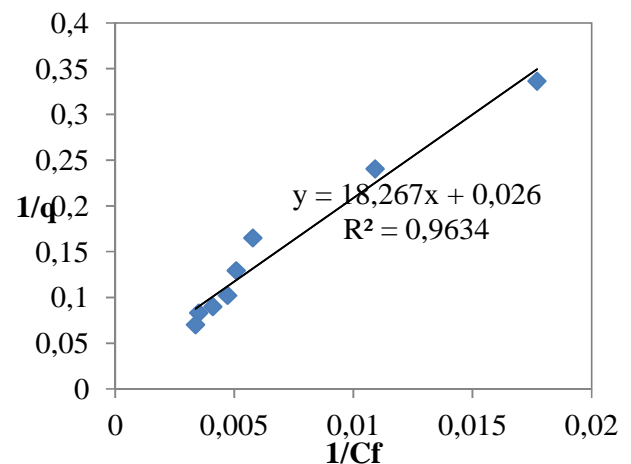


Figura 6: Equação de Langmuir linearizada para a adsorção de Pb^{2+} em casca de abacaxi.

Os resultados foram avaliados segundo o modelo de Langmuir e os valores obtidos para os parâmetros de equilíbrio, determinados pela linearização do gráfico $1/C_f \times 1/q$, estão apresentados na Tabela 2.



Tabela 2: Parâmetros de Langmuir

Metal	Adsorvente	Qs	b	R ²
PbII	Abacaxi	38,46	0,000142	0,9634

Na Figura 7, está apresentada a isoterma de adsorção ajustada ao modelo de Langmuir. Obtida a temperatura ambiente, no qual foi estabelecida uma relação entre a quantidade do contaminante adsorvida por unidade de massa do adsorvente em função da concentração do chumbo na fase fluida em equilíbrio.

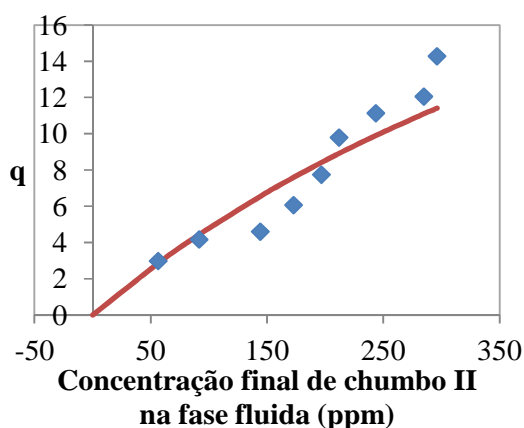


Figura 7: Isoterma de adsorção do Pb²⁺ em casca do abacaxi ajustada ao modelo de Langmuir.

A curva representada um modelo linear de adsorção diretamente proporcional a concentração final na fase fluida.

4. CONCLUSÕES

A casca do abacaxi mostrou-se eficiente para a adsorção dos íons metálicos do Chumbo (II) removendo em média 55 % das concentrações iniciais de Pb²⁺, sendo assim a casca do abacaxi por ser um resíduo natural, abundante, biodegradável, renovável e de baixo custo, apresenta boas perspectivas para ser utilizado em um processo alternativo de tratamento de rejeito para remoção de metais pesados. Entretanto para sua

viabilização mais estudos deverão ser realizados tais como a influência do pH, a interferência de outros metais, agentes complexantes e agentes salinos bem como, os testes preliminares em escala piloto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BAILEY, S. E.; OLIN, T. J.; BRICKA, R. M.; ADRIAN, D.A **review of potentially lowcostsorbents for heavy metals.***Water research*, v. 33, p. 2469-2479, 1999.

CHAVES, K. O., MONTEIRO, C. R. L., MUNIZ, C. R., GOMES, R. B., BUARQUE, H. L. B., **Adsorção de índigo carmim em biomassa morta de aspergillusniger,** Eng. Sanit. Ambient. vol.13 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2008.

FERREIRA, J.M; SILVA, F. L. H; ALSINA, O. L. S; OLIVEIRA, L. S. C; CAVALCANTE, E. B; GOMES, W. C. **ESTUDO DO EQUILIBRIO E CINÉTICA DA BIOSSORÇÃO DO Pb²⁺ por saccharomycescerevisiae.** *Quim.Nova*, Vol. 30, No. 5,2007.

Farajzadeh, M. A.; Monji, A. B. **Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations.** *Separationandpurificationtechnology*, v. 38, p.97-207, 2004.

GUPTA, V. K.; ALI, I. **Removal of lead and chromium from waste water using bagasse fly ash – a sugar industry waste.***Journal of colloid and interfacescience*, v. 271, p. 321-328, 2004.



de Pós-Graduação e Pesquisa – UEPB,
Campina Grande, Paraíba, 2010.

GUPTA, V. K.; ALI, I. **Utilisation of bagasse fly ash (a sugar industry waste) for the removal of copper and zinc from wastewater. Separation and purification technology**, v.18, p. 131-140, 2000.

GUPTA, V. K.; JAIN, C.K.; ALI, I.; SHARMA, M.; SAINI, V.K. **Removal of cadmium and nickel from wastewater using bagasse fly ash - a sugar industry waste. Water Research**, v. 37, p. 4038–4044, 2003.

HORSFALL, M. J.; ABIA, A. A.; SPIFF, A. I. **Kinetic studies on the adsorption of Cd⁺², Cu⁺² and Zn⁺² ions from aqueous solutions by cassava (Manihotsculentacrantz)tuber bark waste. Bioresource technology**, v. 97, p. 283-291, 2006.

JOHNSON, P. D.; WATSON, M. A.; BROWN, J.; JEFCOAT, I. A. **Peanut hull pellets as a single use sorbent for the capture of Cu(II) from wastewater. Waste management**, v.22, p. 471-480, 2002.

NAMASIVAYAM, C.; KUMAR, M.D.; SILVI, K.; BEGUM, R.A.; VANATH, T.; YAMUNA, R.T. **Waste'CoirPith – a Potential Biomass for the Treatment of Dyeing Wastewaters. Biomass & Energy**, n. 21, p. 477- 483, 2001.

SAEED, A.; AKHTER, M. W.; IQBAL, M.. **Removal and recovery of heavy metal from aqueous solution using papaya wood as a new biosorbent. Separation and purification technology**, v. 45, p. 25-31, 2005.

SILVA, V. L. M. M; SOUZA, R. S.; AGUIAR, C. T.; BEZERRA, N. S. **Estudo da Adsorção de Corantes, Metais Pesados e Óleos de Efluentes Líquidos em Biomassa Adsorvente. II Congresso**