

# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

## PROCESSOS ADSORTIVOS APLICADOS À DESCONTAMINAÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE BIOMASSAS ADSORVENTES NA REMOÇÃO DE METAIS PESADOS EM EFLUENTES LÍQUIDOS.

Hellen Regina Guimarães da SILVA<sup>1</sup>, Janelene Freire DINIZ<sup>1</sup>, José Yago Rodrigues da SILVA<sup>1</sup>, André Miranda da SILVA<sup>1</sup>, Verônica Evangelista de LIMA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: [hellenquimica@hotmail.com](mailto:hellenquimica@hotmail.com).

<sup>2</sup> Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus I, Campina Grande-PB. E-mail: [veronica.dq.uepb@gmail.com](mailto:veronica.dq.uepb@gmail.com). Telefone: 83 3315 3356

### RESUMO

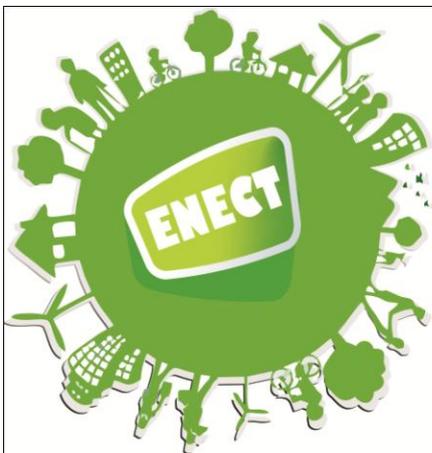
Tem crescido a busca no sentido de encontrar alternativas viáveis e de baixo custo para amenizar ou até mesmo solucionar os possíveis problemas causados por contaminantes como os metais pesados. É nesse contexto que os processos de separação por adsorção se apresentam, revelando uma abrangente aplicabilidade. O uso de biomassas adsorventes desponta para a possibilidade de se obter um processo eficiente e de baixo custo operacional para o tratamento de efluentes. Esse trabalho propôs o estudo da viabilidade do processo de adsorção na remoção de metais pesados (cromo e chumbo) em efluentes líquidos usando bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente. Foram determinadas as curvas cinéticas e isotermas do equilíbrio de adsorção de cada contaminante, utilizando soluções nítricas dos metais (1000 ppm). Os resultados encontrados atestam a eficiência da remoção dos contaminantes pela adsorção com bagaço de cana, sendo que, 45% do  $\text{Cr}^{3+}$  e 35% do  $\text{Pb}^{2+}$  foram removidos no tempo máximo de 60 minutos. Conclui-se, portanto, que o bagaço da cana-de-açúcar, sendo 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.

PALAVRAS CHAVE: Biomassa adsorvente, metais pesados, cromo(III), chumbo(II).

### 1 INTRODUÇÃO

A contaminação ambiental é um dos principais problemas enfrentados pela sociedade moderna. Se, por um lado, são inegáveis as facilidades trazidas pela industrialização, melhorando o dia a dia e aumentando a qualidade de vida, por outro lado é indiscutível o preço pago pelos avanços tecnológicos e industriais no que se refere à degradação do meio ambiente.

Somente nas últimas décadas, o mundo tem despertado para a preservação do meio ambiente. Esta preocupação tem se refletido na implementação de novas leis, cada vez mais severas, que regulam e, em muitos casos até proíbem, o uso e



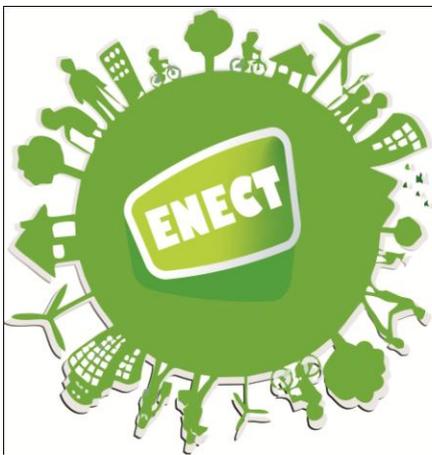
## Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

disposição de produtos químicos perigosos. É consenso atual que as medidas de preservação ambiental devem vislumbrar não apenas a remediação, mas, primordialmente, a prevenção, controle da poluição e reciclagem química.

Dada a diversidade de processos industriais e produtos consumidos, é comum serem encontrados, inclusive nos esgotos domésticos, compostos químicos, óleos, graxas e até mesmo metais pesados, constituindo os resíduos descartados (MORITA, 2007). A presença desses contaminantes no meio ambiente, evidentemente, representa um risco aos ecossistemas. O contato das populações humanas, direta ou indiretamente com esses efluentes, pode ocasionar reações devido a sua toxicidade, tais como: irritações na pele, cefaléias, edemas pulmonares e até a morte.

O tratamento dos rejeitos líquidos advindos das ocupações humanas e processos industriais são, reconhecidamente, indispensáveis. Esse, porém, tem sido um desafio constante às tecnologias existentes. Visto que as inovações tecnológicas têm sido a temática da sociedade moderna, os setores produtivos vêm alterando significativamente a quantidade e composição dos rejeitos lançados, representando um aumento do potencial de poluição e contaminação dos recursos hídricos, ar e solo, e maior demanda por tecnologias de tratamento que correspondessem às inovações. Processos convencionais de tratamento, portanto, já não são suficientemente eficazes, conforme atestam diversos autores (ANANIAS e PACCA, 2009; CHAVES et al., 2008). Por isso, tem crescido a busca no sentido de encontrar alternativas viáveis e economicamente atraentes para amenizar ou até mesmo solucionar os possíveis problemas causados por tais contaminantes.

É nesse contexto que os processos de separação por adsorção se apresentam, revelando uma abrangente aplicabilidade, que incluem as indústrias químicas, petroquímicas, bioquímicas, de alimentos e da biotecnologia. Métodos eficazes no tratamento de efluentes já têm sido testados, contudo, os custos associados à reposição dos adsorventes comerciais dificultam sua ampla utilização,



# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

sendo necessário pesquisar materiais adsorventes de baixo custo que viabilizem o uso industrial.

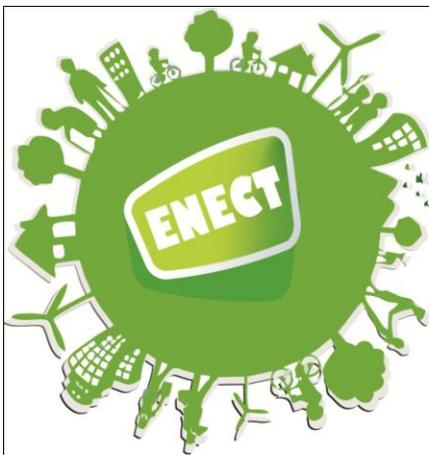
O uso de biomassas regionais desponta para a possibilidade de se obter um processo eficiente e economicamente viável para descontaminação de efluentes. Estudos realizados nos últimos anos comprovam a eficácia deste tipo de material para diversos tipos de poluentes: na remoção de corantes (LEAL, 2003; CHAVES, 2008; CHAVES, 2007), na purificação de efluentes com contaminantes orgânicos (MORAIS, 2005, SANTOS et al., 2007, SILVA et al., 2008), na remoção de metais pesados (SANTOS, 2009; ROSA et al., 2008; GUINESI et al., 2007) dentre tantos outros.

O campo para pesquisa envolvendo o processo de adsorção, usando biomassas como adsorventes para remoção tanto de metais pesados, é muito vasto e ainda pouco explorado. Para aplicação em macro escala, são necessários estudos aprofundados dos parâmetros que regem a adsorção, de modo a estimar, controlar e aperfeiçoar as condições de processo, equacionando maior eficiência da remoção do contaminante com baixos custos operacionais.

Diante dessas considerações, foi proposta a investigação da viabilidade de remoção dos metais pesados cromo III e chumbo II, utilizando biomassa de bagaço de cana-de-açúcar como adsorvente para descontaminação de efluentes. Para atendimento desse objetivo, foi proposto o estudo da cinética e do equilíbrio da adsorção de cada componente com o bagaço de cana, estimando-se os parâmetros inerentes ao fenômeno.

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente o bagaço da cana-de-açúcar na sua forma natural, proveniente de uma moagem de cana-de-açúcar foi lavado em água corrente e seco por 48 horas a temperatura ambiente de aproximadamente 28°C. Posteriormente, as partes



# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

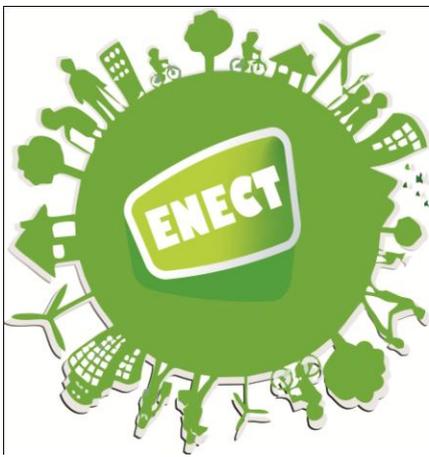
macias do bagaço foram separadas, cortadas em pedaços de aproximadamente 3 mm e armazenadas para uso nos ensaios experimentais.

Na primeira parte desse estudo variou-se o tempo e contato do bagaço da cana-de-açúcar com a solução nítrica de chumbo à 1000 ppm, com agitação. Analisaram-se os tempos de 5 a 60 minutos, com intervalos de 5 minutos entre as medidas. Foram medidos 0,6000g de massa do adsorvente e colocados em 26 ml da solução nítrica dos metais, estudados separadamente. Realizaram-se os experimentos em duplicata para cada tempo fixado. Os recipientes foram colocados em um agitador do tipo eletro-ímã. Para evitar perdas por respingos durante a agitação o recipiente utilizado permaneceu sempre coberto durante o período de agitação. Após esse tempo, foram imediatamente retirados do aparelho e as amostras foram filtradas. Separou-se aproximadamente 3 ml do sobrenadante para a determinação da concentração de chumbo remanescente, utilizando o método espectrofotométrico. Procedimento semelhante foi realizado para o estudo da adsorção do cromo III, usando-se nitrato de chumbo como solução contaminante.

A quantidade adsorvida na biomassa foi calculada pela diferença entre a concentração inicial e a concentração medida no final do tempo de processo. Os experimentos foram realizados à temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

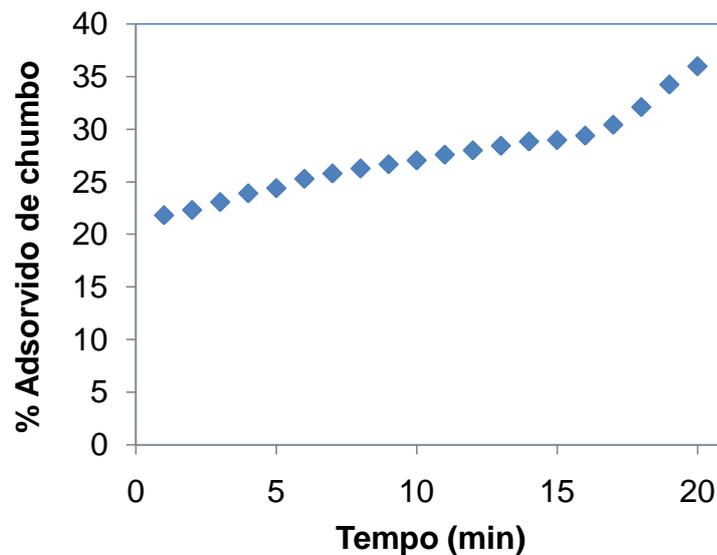
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os experimentos foram realizados segundo o procedimento descrito anteriormente. Os resultados obtidos para a cinética de adsorção do chumbo em bagaço de cana estão apresentados na Figura 1, para a concentração inicial de 1000 ppm. Pôde-se observar que o aumento do tempo de contato entre adsorbato e adsorvente proporcionou um aumento discreto na concentração adsorvida.



# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Figura 1 – Percentual de  $Pb^{2+}$  removido pela adsorção em bagaço de cana de açúcar, no período de 20 minutos.



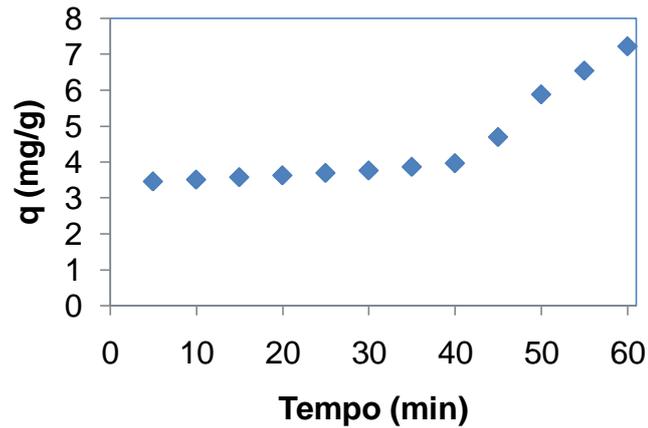
Fonte: própria (2011).

Em 20 minutos de adsorção foram removidos mais de 35% do metal contido na solução inicial. Foi constatado que a cinética de adsorção é rápida, sendo que nos primeiros cinco minutos quantidade significativa do chumbo já se encontra retida no bagaço de cana, atingindo praticamente o equilíbrio. Esse resultado é concordante com os relatos já publicados por outros autores referentes à adsorção de diferentes metais em bagaço de cana.

A Figura 2 complementa as informações obtidas para a cinética de adsorção do chumbo. O gráfico permite observar a progressão do processo de adsorção sob o foco da quantidade adsorvida do metal por unidade de massa adsorvente ( $q$ ), parâmetro indicativo da capacidade adsorvente da biomassa.



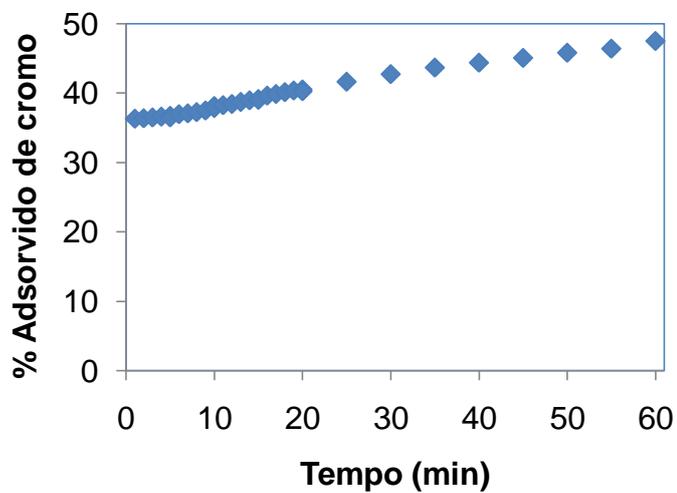
Figura 2 – Cinética de adsorção do  $Pb^{+2}$  em bagaço de cana de açúcar.



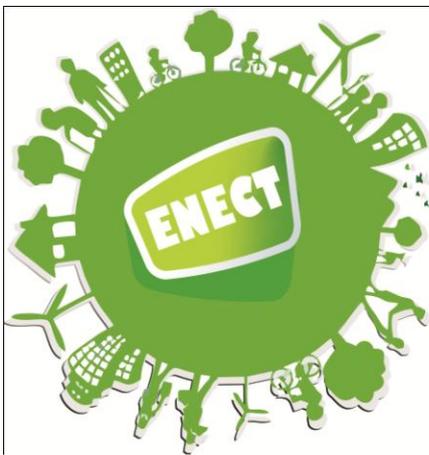
Fonte: própria (2011).

Na Figura 3 estão apresentados os resultados da cinética de adsorção do  $Cr^{3+}$  partindo-se de uma solução com concentração inicial de 1000 ppm em nitrato de Cromo.

Figura 3 – Percentual de  $Cr^{3+}$  removido por adsorção em bagaço de cana de açúcar, no tempo de 60 minutos.



Fonte: própria (2011).



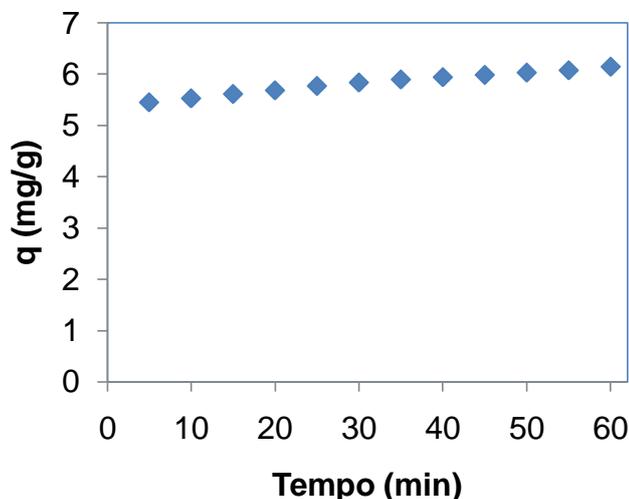
## Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

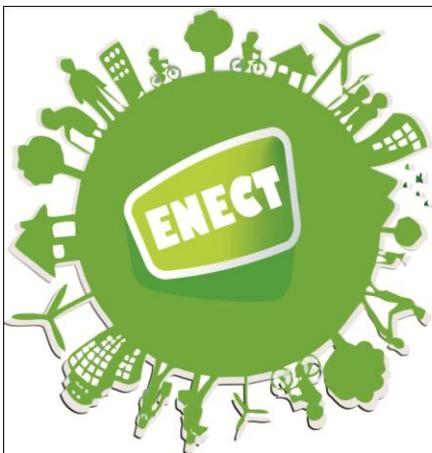
O comportamento observado é semelhante ao relatado anteriormente para a adsorção do chumbo. O intervalo de tempo entre as medidas iniciais foi reduzido para 1 minuto, mínimo permissível à realização das leituras. Entretanto, já no primeiro tempo de observação foi constatado que uma quantidade expressiva do metal encontra-se adsorvida. Tal comportamento de cinética rápida dificultou o acompanhamento fenômeno de adsorção e representa um desafio no sentido de obterem-se resultados em tempos muito pequenos para estudos da modelagem e ajuste de modelos matemáticos descritivos.

Destaca-se pela observação da Figura 3 que em 20 minutos de adsorção, cerca de 40% da concentração inicial do cromo foi removida da solução, percentual maior do que o valor observado para o chumbo sob as mesmas condições de processo.

Na Figura 4 os resultados foram apresentados em termo da relação entre a massa adsorvida e a quantidade da biomassa adsorvente. Comparativamente, o bagaço de cana retém maior proporção de  $\text{Cr}^{3+}$  do que o verificado para  $\text{Pb}^{+2}$ , considerando-se os primeiros 20 minutos de adsorção.

Figura 4 – Cinética de adsorção de  $\text{Cr}^{3+}$  em bagaço de cana de açúcar, partindo de uma solução com concentração inicial de 1.000 ppm.





# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Referente à proposta de análise de concentrações utilizando a espectroscopia UV-Vis, pode-se inferir que a relativa simplicidade e versatilidade dos métodos espectroscópicos representam uma indicação ao seu uso como método analítico. Ressalte-se, porém, que as medidas de absorvância por espectroscopia não fornecem informações seletivas, visto que compostos quimicamente diferentes podem apresentar absorvância em um mesmo comprimento de onda. Entretanto, é possível trabalhar com acurácia, desde que seja bem conhecida a composição da solução que se pretende analisar. Para fins de determinação da concentração de metais pesados, objetos deste estudo, o método espectroscópico se adequou de maneira satisfatória. É importante destacar que o teste estatístico das curvas padrão foi fator importante para confiança nos resultados obtidos.

O estudo da cinética de adsorção dos metais pesados apresentou resultados extremamente interessantes pela possibilidade de tratar efluentes contaminados com metais pesados usando um produto barato e abundante na região, caso da biomassa de bagaço de cana de açúcar. Os fatores que representam a vantagem quanto ao uso, representam também uma dificuldade enfrentada por todos os autores para a modelagem matemática do fenômeno: a origem natural da biomassa lhe confere características de não uniformidade da estrutura.

## 4 CONCLUSÃO

O bagaço de cana de açúcar mostrou-se eficiente para a adsorção dos íons metálicos  $Pb^{+2}$  e  $Cr^{+3}$ , removendo 35 e 45% das concentrações iniciais.

O bagaço da cana-de-açúcar, sendo 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



# Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

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.

## REFERÊNCIAS

- CHAVES, J. A., BEZERRA, C. W., SILVA, H. A.S., SANTANA, S. A. A., VIEIRA, A. P., SOUSA, A. G., **Isotermas de adsorção de diferentes corantes têxteis sobre quitosana**, acesso em 28/06/2009, disponível em: [www.annq.org/congresso2007/trabalhos\\_apresentados/t9.pdf](http://www.annq.org/congresso2007/trabalhos_apresentados/t9.pdf).
- CHAVES, K. O., MONTEIRO, C. R. L., MUNIZ, C. R., GOMES, R. B., BUARQUE, H. L. B., **Adsorção de índigo carmim em biomassas mortas de *aspergillus niger***, Eng. Sanit. Ambient. vol.13 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2008.
- GUINESI, L. S., ESTEVES, A. A., CAVALHEIRO, T. G., **Adsorção de íons cobre(II) pela quitosana usando coluna em sistema sob fluxo hidrodinâmico**, Quím. Nova vol.30 no.4 São Paulo July/Aug. 2007.
- LEAL, C.C.A. et al. **Avaliação da remoção do corante remazol black B em efluentes têxteis utilizando como adsorvente o mesocarpo do coco verde**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, UFPE, Recife, 2003.
- PACCA, S. A., ANANIAS, E. A., **Tecnologias Ambientais para Curtumes e sua Adequação como Projeto do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**, Key elements for a sustainable word: energy, water and climate change, São Paulo, maio de 2009.
- MORAIS, V. L. M. **Purificação de efluentes contaminados com hidrocarbonetos por adsorção em leito fixo de biomassa**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Paraíba, 2005.
- MORITA, D. M., JUNIOR, I. D. **Avaliação da eficácia dos critérios de recebimento de efluentes não domésticos em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários em São Paulo**, Eng. Sanit. Ambient. v.12 n.1 Rio de Janeiro jan./mar. 2007.
- SILVA, V. L. M. M., GOMES, W. C., ALSINA, O. L. S., ABREU, C. A. M., **Estudo da Cinética de Adsorção de Hidrocarbonetos em Bagaço de Cana-de-açúcar**, 7<sup>o</sup> Encontro Brasileiro sobre Adsorção 1<sup>o</sup> Simpósio Sul-Americano sobre Ciência e Tecnologia de Adsorção I SISA, 25 a 27 de Junho de 2008 / Campina Grande – PB.