

## UTILIZAÇÃO DO MESOCARPO DE COCO VERDE PARA TRATAMENTO DE EFLUENTES CONTAMINADOS COM METAIS PESADOS

Guilherme Augusto do Carmo Fernandes (\*), Caroline Ferreira Krol, Bruno Barboza Malaquias, Caroline Pereira Petrillo

\* Centro Universitário Newton, graduando em Engenharia Química, gf\_engquimica@hotmail.com.

### RESUMO

A constante atividade industrial pode acarretar na contaminação das águas por meio de metais pesados, onde consiste em um problema preocupante para a sobrevivência da população, pois os métodos capazes de remover os íons metálicos presentes necessitam de elevado investimento e tempo de operação. A busca por métodos alternativos de descontaminação de efluentes industriais tem sido estudada, como exemplo a utilização de biomassa do mesocarpo de coco verde, onde tem apresentado resultados promissores. Todavia, as condições do processo de adsorção devem ser efetivamente analisadas, principalmente o pH, por ser a principal variável do processo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da utilização do pó do mesocarpo de coco verde “in natura” e tratado para remoção de chumbo e zinco presentes em efluentes simulados. Os resultados apresentados demonstram a capacidade de remoção de metais pesados, em especial a captura dos íons de chumbo pelo pó de coco verde submetido ao processo de nitratação que apresentou melhor eficiência no processo adsorção, demonstrando a viabilidade expressiva do método e contribuindo para o desenvolvimento sustentável por meio do princípio da química verde.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, Metais pesados, Efluentes industriais, Coco verde.

### INTRODUÇÃO

A busca pela sustentabilidade tornou-se primordial para o desenvolvimento socioeconômico do país. Esse fato ocorre em detrimento de uma crise ambiental global, quando percebe-se que todos serão afetados, indiferente da limitação de territórios, poder econômico ou situação político-social. Dessa forma, permeando ideias para o reaproveitamento de resíduos gerados, o uso adequado dos recursos naturais, ou ainda tratamentos alternativos que minimizem os impactos ambientais gerados pelo crescimento industrial (NASCIMENTO, 2012).

O consumo humano por produtos e bens de serviços ocasiona a elevada produção de resíduos sólidos industriais e domésticos, onde são encaminhados, na maioria das vezes, para aterros e lixões sem o reaproveitamento material ou energético. Essa medida está relacionada, segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2009), consiste no método de disposição final de menor custo, entretanto é extremamente prejudicial do ponto de vista ambiental relacionado a proliferação de vetores, contaminação do solo e recursos hídricos, produção de percolado, dentre outros. A utilização de resíduos sem destinação apropriada como forma de tratamento de efluentes promove uma alternativa favorável para os processos de descontaminação existentes, medidas sustentáveis que visam a redução dos danos ambientais por meio de resíduos com potencial poluidor.

A preocupação associada a elevada geração de efluentes e resíduos sólidos provenientes da atividade industrial constante acarreta em métodos preventivos capazes de sanar ou reduzir os impactos atmosféricos. No caso dos efluentes industriais, o descarte sem tratamento adequado pode ocasionar a morte da biota do curso d'água, uma vez que os produtos químicos e metais pesados são componentes tóxicos e não biodegradáveis (RIBEIRO; MORELLI, 2009). O termo desenvolvimento sustentável, segundo Milkhailova (2012), na sua interpretação fundamental é um conceito que envolve o equilíbrio básico entre três pilares: meio ambiente, economia e desenvolvimento social, satisfazendo as necessidades do presente, mantendo os recursos do meio sem apresentar riscos para a capacidade do ecossistema, de forma a manter e gerar qualidade de vida sem afetar as gerações futuras.

A remoção de contaminantes metálicos dos efluentes industriais são processos de elevado custo operacional e aplicações específicas para cada metal presente. Nestes processos são utilizados agentes químicos específicos; resinas sintéticas; membranas; dentre outros, com capacidades de recuperação distintas (PINO, 2005). Assim, a implementação do coco verde proveniente do consumo humano no tratamento de efluentes torna-se algo de grande interesse ambiental, já que representa 80% a 85% do seu peso bruto total, com elevada porosidade e altos teores de lignina e celulose. Sendo uma proposta promissora devido a capacidade de captura dos íons metálicos por processo passivo de interações eletrostáticas entre os grupos funcionais presentes na interface do adsorbente com as cargas presentes no adsorbato.

## OBJETIVO

Desenvolver estudo sobre a eficiência da adsorção do mesocarpo de coco verde no tratamento de efluentes simulados contaminados com metais pesados.

## METODOLOGIA

A determinação da capacidade de utilização do pó do mesocarpo de coco verde como material biossorvente consistiu em ensaios de biossorção sob condições específicas. A biomassa utilizada para a adsorção dos íons metálicos foi obtida por meio das seguintes operações unitárias: inicialmente houve a remoção do epicarpo e endocarpo (Figura 1), onde apenas o mesocarpo do coco verde foi utilizado; dilaceração com adição de água destilada; secagem em temperatura ambiente; moagem e classificação em 30#, 50#, 80#, 100# e 200#. Onde parte do biossorvente de maior granulometria foi utilizado para o tratamento de nitratação, que consiste na introdução direta e irreversível do grupo funcional nitro em cadeia orgânica.

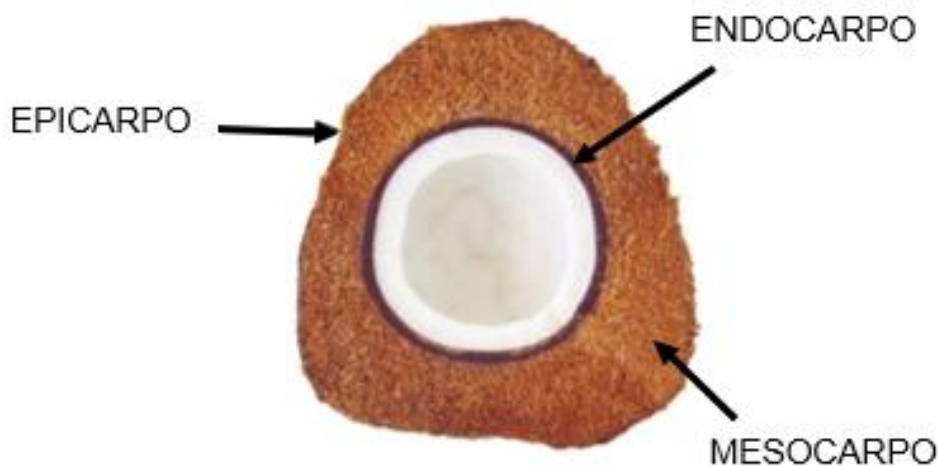


Figura 1: Partes do coco verde. Fonte: ARAGÃO W.; SANTOS; ARAGÃO F., 2005 Adaptado.

A simulação dos efluentes são provenientes de uma solução padrão (1) de chumbo e zinco dissolvidos em solução de ácido clorídrico e nítrico com variações do pH e do tamanho de partículas e outra solução (2) proveniente de sais inorgânicos compostos pelos metais em estudo, sendo submetida na faixa de pH entre 5 e 6.

Ambos os ensaios foram realizados com granulometrias de 30# e 80# e com a modificação do biossorvente por tratamento de nitratação sob agitação constante, temperatura ambiente, dosagem equivalente e tempo de 30 e 60 minutos respectivamente. A eficiência do processo foi comprovada pela técnica de espectroscopia de absorção atômica e a caracterização e quantificação dos grupos funcionais presentes no biossorvente por espectroscopia de infravermelho. Sendo finalizado com a recuperação dos metais com o ataque de ácido nítrico, processo denominado dessorção.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A caracterização do material biossorvente utilizado foi proveniente dos espectros obtidos na espectrometria de infravermelho, pela presença dos grupos funcionais na superfície da biomassa. Para o espectro do pó de coco verde sem tratamento (Figura 2) avalia-se a presença do grupo hidroxila e carbonila, juntamente com a banda acentuada da ligação simples de carbono e oxigênio (não adsorve os metais presentes na solução). Para a biomassa tratada (Figura 3) por nitratação a banda espectral a  $1560\text{ cm}^{-1}$  corresponde a presença do grupo nitro que determina a realização e eficiência do processo de tratamento.

O espectro obtido do biossorvente nitrado foi analisado antes e após o ensaio de biossorção, a diferença das curvas pode ser explicada pela presença dos íons metálicos no grupo funcional da biomassa, o qual restringe parte da vibração da molécula e comprova a presença do metal na interface do sólido.

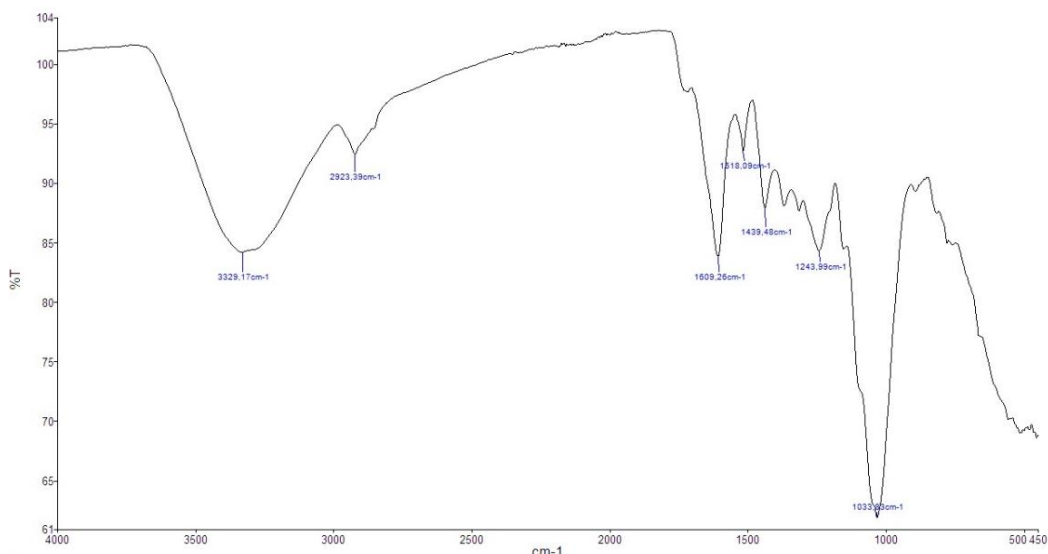


Figura 2: Espectro do pó de coco verde. Fonte: Autores do Trabalho.

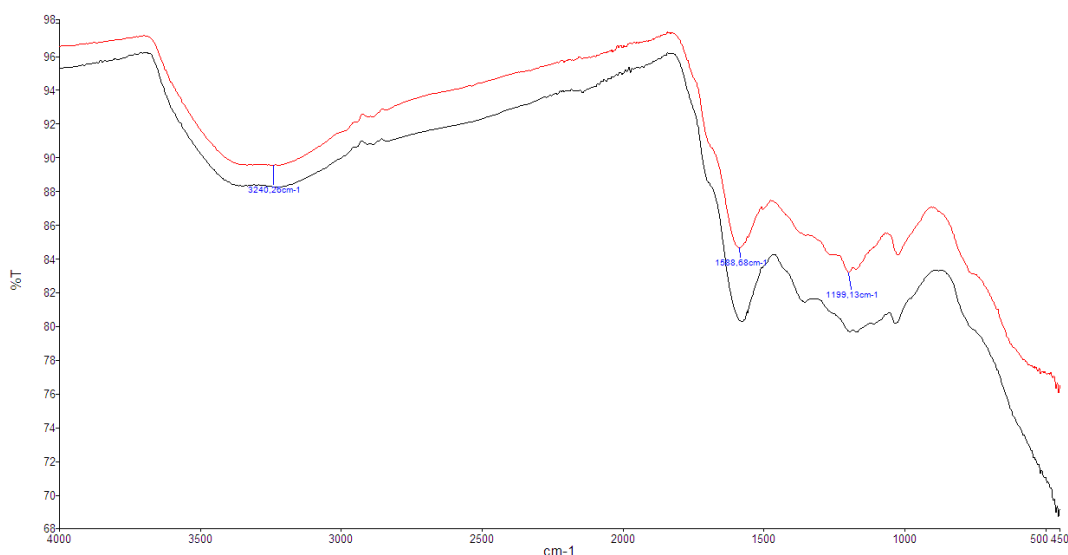
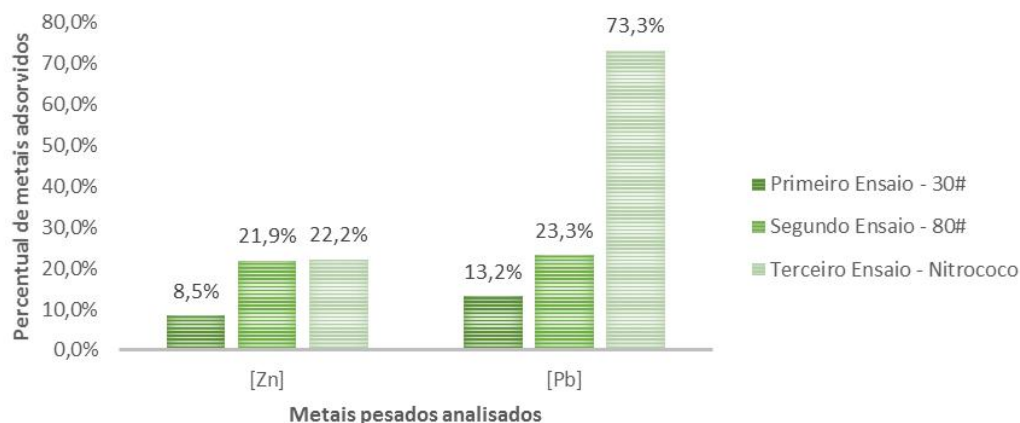


Figura 3: Espectros de infravermelho do coco tratado inicial (curva inferior) e após o processo de adsorção (curva superior). Fonte: Autores do Trabalho.

A análise do primeiro efluente possibilita determinar a influência direta do pH do meio na eficiência do processo de adsorção. Por sua vez, pela presença de íons hidrônios que são fortemente ligados as cargas superficiais negativas, limitando as interações eletrostáticas entre o adsorvente e o adsorbato, que explica o fato do aumento não tão pronunciado no percentual da remoção dos íons metálicos em pH muito baixos. Em contrapartida, em pH de valores mais altos, observou-se a precipitação dos íons metálicos na forma de hidróxidos, sendo avaliado a faixa de pH de 5 a 6 para a adsorção de chumbo e zinco em junção dos resultados e literatura.

No segundo efluente, houve a correção do pH conforme determinado no efluente anterior. Onde foi observado (Gráfico 1) a adsorção de 8,5% dos íons de zinco em granulometria de 30#; e uma similaridade entre as granulometrias de #80 e 30# nitrado, com valores de 21,9% e 22,5% respectivamente. Para os íons de chumbo, a adsorção com granulometria de 30# e 80# foram 13,2% e 23,3%, no caso do biossorvente tratado uma adsorção de 73,3% dos íons de chumbo, aumentando a eficiência em 60,1% na comparação entre a granulometria de 30#.



**Gráfico 1: Percentual médio dos íons metálicos retidos no material adsorvente. Fonte: Autores do Trabalho.**

Os bioadsorventes utilizados no processo de bioadsorção do segundo efluente foram submetidos ao ataque de ácido nítrico para recuperação da biomassa, como forma de avaliar a possível reutilização em novos processos de adsorção. Para ambos, os percentuais de zinco e chumbo recuperados (Tabela 1) foram inferiores a 50%, com maior percentual de íons recuperados para o chumbo com granulometria de 30#, referente a 49,61%.

**Tabela 1. Relação média de remoção de íons metálicos em relação a quantidade de coco.**

Massa média de adsorvente (g)	Ensaio	Quantidade de Zn (mmol)	Quantidade de Pb (mmol)
1,0000	30#	0,62	0,28
	80#	1,58	0,49
	Nitrado 30#	1,55	1,49

## CONCLUSÃO

A utilização do processo de bioadsorção para descontaminação de efluentes com metais pesados deve avaliar efetivamente todas as variáveis do processo, em especial, o efeito do pH. Para baixo pH, a adsorção pode ser prejudicada pela presença elevada dos íons hidrônio que dificulta a interação eletrostática do metal com os grupos funcionais, sendo assim, para o zinco e o chumbo o pH ideal é entre 5 e 6, com potencial de adsorção superior em granulometrias inferiores.

Com o tratamento da biomassa por nitrificação, percebe-se um ganho percentual na adsorção do metal de chumbo, com 73,3%, enquanto para o metal zinco assemelha-se a granulometria de 80#, dessa forma, para determinar o melhor bioadsorvente para a bioadsorção de zinco faz-se necessário avaliar os custos operacionais entre tratamento do bioadsorvente e os gastos inerentes a cominuição do material. Enquanto a recuperação da biomassa não apresentou um resultado promissor para a reutilização do bioadsorvente, necessitando da otimização do processo de desadsorção.

De um modo geral, a técnica de adsorção possibilita uma alternativa aos atuais métodos de tratamento de efluentes com um menor custo operacional e uma maneira de reaproveitar os recursos naturais sem destinação adequada. Ressaltado a eficiência quando aplicado um pré-tratamento como a nitrificação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aragão, W. M.; Santos, V. A. J.; Aragão, F. B. Produção de fibra de cultivares de coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 36). Disponível em: <[http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes\\_2005/cot-36.pdf](http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2005/cot-36.pdf)>. Acesso em: 1 maio 2016. Dias, I. C. A. A influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário. V Exposição de experiências municipais em saneamento. Assemae. Santo André, 2004. Disponível em [http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab\\_59.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_59.pdf). Acesso: 16 de dezembro de 2009.

2. Barros, Raphael Tobias de Vasconcelos. Elementos de gestão de resíduos sólidos. 1. ed. Belo Horizonte: Tessitura, 2012, 424 p.
3. Cardoso, Sheila Pressentin; CARNEIRO, José Alkimim de Mesquita. Nitração aromática: substituição eletrofílica ou reação com transferência de elétrons? Química Nova na Escola. Niterói, v. 24, n. 3, 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422001000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422001000300015)>. Acesso em: 05 jun. 2016.
4. Mikhailova, Irina. Sustentabilidade: Evolução dos Conceitos Teóricos e os Problemas da Mensuração Prática. Revista Economia e Desenvolvimento. v.1, n.16, p.22-41. 2004. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii\\_sustentabilidade.pdf](http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii_sustentabilidade.pdf)>. Acesso em: 1 maio 2016.
5. Nascimento, Elimar Pinheiro. A trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. Estudos Avançados. v. 26, n.74, p.51-64. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a05v26n74.pdf>>. Acesso em: 1 maio 2016.
6. Pino, Gabriela Alejandra Huamán. Biossorção de Metais Pesados utilizando pó da casca de coco verde (Cocos nucifera). 2005. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica) – Pontifícia Universidade Católica/RJ. 2005. Disponível em: <[http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/036\\_gabriela.pdf](http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/036_gabriela.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2016.
7. Ribeiro, Daniel V.; Morelli, Márcio R. Resíduos Sólidos: Problemas ou Oportunidade? 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009. 136 p.
8. ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. Introdução à Química Ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009, 256 p.
9. Seolatto, Araceli Aparecida. Biossorção de Cromo e Cíquel por biomassa da alga marinha Sargassum filipendula. 2005. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp078728.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2016.
10. Silva Filho, Edson Cavalcanti da. O polissacarídeo natural celulose quimicamente modificado no uso da remoção de cátions e termoquímica da interação na interface sólido/líquido. 2008. 197 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Química UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000430220>>. Acesso em: 02 jun. 2016.
11. Sousa, Francisco W. Adsorção de metais tóxicos em efluente aquoso usando pó de casca de coco verde tratado. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará. 2007. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/2189/1/2007\\_dis\\_fwsousa.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/2189/1/2007_dis_fwsousa.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2016.
12. Sousa, Francisco W. et al. Green coconut shells applied as adsorbent for removal of toxic metal ions using fixed-bed column technology. Journal of Environmental Management, 3., Fortaleza, p. 1-7, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/43182795\\_Green\\_coconut\\_shells\\_applied\\_as\\_adsorbent\\_for\\_removal\\_of\\_toxic\\_metal\\_ions\\_using\\_fixed-bed\\_column\\_technology\\_J\\_Environ\\_Manag](https://www.researchgate.net/publication/43182795_Green_coconut_shells_applied_as_adsorbent_for_removal_of_toxic_metal_ions_using_fixed-bed_column_technology_J_Environ_Manag)>. Acesso em: 15 maio 2016.
13. Vásquez, Tatiana Gisset Pineda. Avaliação da Remoção de Cd e Zn de Solução Aquosa por Biossorção e Bioflotação com Rhodococcus opacus. 2005. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos materiais e Metalurgia) – Departamento de Ciência dos Materiais e Metalurgia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <[http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca\\_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=7653@1](http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/Busca_etds.php?strSecao=resultado&nrSeq=7653@1)>. Acesso em: 27 abr. 2016.
14. Vidal, Carla Bastos et al. Princípios básicos. In: NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira do. Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014. cap. 1, p. 13-22. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/270272604\\_Adsorcao\\_aspectos\\_teoricos\\_e\\_aplicacoes\\_ambientais](https://www.researchgate.net/publication/270272604_Adsorcao_aspectos_teoricos_e_aplicacoes_ambientais)>. Acesso em: 24 abr. 2014.