



## COMO SE EXPERIMENTA?

# Uma proposta de aula experimental utilizando mesocarpo de babaçu (*Orbignya speciosa*) na remoção do azul de metileno de soluções aquosas



Oswaldo Palma Lopes Sobrinho<sup>a,\*</sup>, Lana Fernanda Borges da Silva<sup>a</sup>,  
Álvaro Itaúna Schalcher Pereira<sup>a</sup>, Erika de Kássia Pereira Cantanhede<sup>a</sup>,  
Maria da Assunção Silva Carlos<sup>a</sup>, Joselson Rodrigues da Silva<sup>b</sup>  
e Laurinda Fernanda Saldanha Siqueira<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Codó, Brasil

<sup>b</sup> Secretaria do Estado do Maranhão (SEDUC), Codó, Brasil

<sup>c</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), Barreirinhas, Brasil

Recebido a 28 de outubro de 2013; aceite a 12 de dezembro de 2014

Disponível na Internet a 11 de agosto de 2015

### PALAVRAS-CHAVE

Economia criativa;  
Biossorção;  
Sustentabilidade  
ambiental;  
Educação química;  
Babaçu

**Resumo** O desenvolvimento da sensibilização ecológica em diferentes camadas e setores da sociedade da América Latina envolvendo a educação deve contribuir na formação de uma economia criativa, relacionado às práticas experimentais com a preocupação em questões ambientais. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver um experimento de baixo custo e de fácil execução onde foi utilizada a biomassa de babaçu (mesocarpo de babaçu) como biossorvente na remoção do corante azul de metileno de soluções aquosas. O mesocarpo do babaçu mostrou uma boa capacidade de sorção visto que foram usadas pequenas quantidades do biossorvente na remoção do corante. Constatou-se que há uma relação de proporção entre a quantidade do biossorvente e a concentração do corante, pelo menos em soluções diluídas. Pode-se perceber a importância da etapa da lavagem durante o preparo do biossorvente. É nessa etapa que são retiradas as substâncias solúveis em água que pode enriquecer os efluentes de matéria orgânica. O experimento permitiu promover o conceito de sustentabilidade ambiental e reaproveitamento de resíduos, além de enriquecer a forma prática e as definições químicas de sorção, biossorção, sorvente, biomassa, forças intermoleculares, solubilidade, polaridade e biossorvente. Além disso, será aguçada a curiosidade dos discentes, despertando-os para a importância da pesquisa química. Direitos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob a licença de Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

\* Autor para correspondência.

Correio eletrônico: [oswaldopalma@agronomo.eng.br](mailto:oswaldopalma@agronomo.eng.br) (O. Palma Lopes Sobrinho).

A revisão por pares é da responsabilidade da Universidad Nacional Autónoma de México.

**KEYWORDS**

Creative economy;  
Bioremediation;  
Environmental;  
Chemical education;  
Babassu

**A proposal for a trial lesson using babassu mesocarp (*orbignya speciosa*) in the removal of methylene blue from aqueous solutions**

**Abstract** The development of ecological awareness in different layers and sectors of society in Latin America involving Education, which may contribute to the formation of a creative economy, related to experimental practices with concern for environmental issues. The objective of this research was to develop an experimental low cost and easy implementation which was used biomass babassu (babassu mesocarp) as biosorbent in the removal of methylene blue dye from aqueous solutions. The babassu mesocarp showed good sorption capacity were used since small amounts of biosorbents in the removal of dye. It was found that there is a proportional relation between the amount of the biosorbent and dye concentration, at least in dilute solutions. We could realize the importance of washing step during the preparation of biosorbent. It is at this stage that are removed water soluble substances which can enhance the effluents of organic matter. The experiment also promote the concept of environmental sustainability and reuse of waste, as well as enrich the practical and settings chemical sorption, bioremediation, sorbent, biomass, intermolecular forces, solubility, polarity and biosorbent. Also, be keen curiosity of students, awakening them to the importance of research in chemistry  
All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

**Introdução**

O conceito de economia criativa está em construção, tanto nas universidades e institutos quanto na prática. Isso significa que a pesquisa acadêmica e a ação prática estão propondo um modelo específico brasileiro. Sabemos que a economia criativa é mais limpa, gera salários melhores e ocupações em trabalhos mais estimulantes, e isso acaba impactando em uma sociedade que respeita diversos valores, assim sendo a relação química experimental e aulas práticas como materiais alternativos estão intimamente ligadas.

Quando se mistura um sólido finamente dividido a uma solução diluída de um corante, observa-se que a intensidade da coloração dessas soluções diminui acentuadamente. Expondo um sólido finamente dividido a um gás a baixa pressão, nestas situações o corante ou o gás são sorvidos (retidos) no sólido.

A extensão do efeito depende da temperatura, da natureza da substância sorvida (solvato), da natureza e estado de agregação do sorvente (sólido finamente dividido) e da concentração do solvato (Castellan, 2001). A sorção abrange os processos de adsorção e absorção. A diferença fundamental entre esses 2 processos é que na adsorção o solvato é retido (adsorvido) na superfície externa do material sorvente e no processo de absorção o solvato é retido na estrutura interna do material sorvente. As moléculas e íons podem se ligar de 2 maneiras ao sólido. Na sorção física (também chamada de fisissorção) há uma interação de Van der Waals (interação de dispersão ou interação de dipolo-dipolo, por exemplo) entre o solvato e o sorvente. As interações de Van der Waals são de longo alcance, mas fracas. Na sorção química (também chamada de quimissorção) as moléculas ou íons unem-se ao sorvente por ligações químicas (usualmente covalentes) e tendem a se acomodar em sítios que propiciem o número máximo de coordenação. O processo inverso à sorção, ou seja, a liberação do solvato retido no material sorvente é denominada dessorção

(Atkins & Paula, 2004). O carvão ativo é o sorvente mais popular e amplamente usado no tratamento de efluentes em todo o mundo. Ele pode ser usado com grande eficiência na retenção de compostos orgânicos e inorgânicos presentes em fase líquida ou gasosa. No entanto, o carvão ativo continua sendo um material caro. Diante disto, pesquisas visando a produção de materiais sorventes alternativos ao carvão ativo têm sido intensificadas nas últimas décadas, principalmente envolvendo materiais de baixo custo (Vivacqua Filho, 1968). Isto é, materiais que exigem pouco processamento, abundantes na natureza ou ainda subprodutos ou rejeitos de atividades industriais ou agrícolas (Baily et al., 1999).

O termo biomassa diz respeito à fração biodegradável de materiais como resíduos agrícolas (incluindo substâncias animais e vegetais), resíduos florestais e industriais (Santana et al., 2008). Quando biomassas são utilizadas como materiais sorventes, o processo de sorção pode ser chamado também de biossorção e a biomassa é um biossorvente (Montanher, Oliveira, Rollemberg e Lewinsky, 2007). Entre as várias vantagens do uso de biossorventes, comparadas às técnicas convencionais de tratamento de efluentes, estão: baixo custo, levando-se em conta que muitos desses materiais são resíduos abundantes e até mesmo inconvenientes para os locais onde são gerados; recuperação dos íons metálicos; possibilidade de regeneração, já que muitos biossorventes podem ser reutilizados após a recuperação dos íons metálicos (Montanher et al., 2007).

Uma classe interessante de biossorventes, estudada mais recentemente, são os resíduos agroindustriais, gerados em larga escala em indústrias de beneficiamento e processamento de produtos agrícolas; esses resíduos são atraentes para a descontaminação ambiental, devido à abundância, à facilidade de obtenção e ao custo reduzido (Vivacqua Filho, 1998).

Biossorventes são constituídos principalmente por macromoléculas como substâncias húmicas, lignina, celulose, hemicelulose, proteínas e pectina. Essas macromoléculas apresentam grupos funcionais tais como tiol (-SH); sulfato

(-OSO<sub>3</sub>H); carbonila (>C=O); carboxil (-COOH); amina (-NH<sub>2</sub>); amida (-CONH<sub>2</sub>); hidroxil (-OH); fosfato (-OPO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>) e outros.

O babaçu é uma palmeira brasileira de grande porte (até 20 m), de tronco cilíndrico e copa em formato de taça. O fruto é uma drupa com elevado número de frutos por cacho, sendo estes em número de 4 (habitat natural), que varia de 15-25. Os frutos são em formato elipsoidal, mais ou menos cilíndricos, pesando de 90-280 g. (Vivacqua Filho, 1968). Este fruto apresenta: epicarpo (camada mais externa e bastante rija), mesocarpo (com 0,5-1,0 cm e rico em amido), endocarpo (de 2-3 cm) e amêndoas (de 3-4 por fruto, com 2,5-6 cm de comprimento e 1-2 cm de largura).

O mesocarpo do babaçu é formado por materiais ligno-celulósicos, que são constituídos de mistura de celulose, hemicelulose e lignina podendo ser usado como sequestrador de corantes em meio aquoso apresentando bons resultados na remoção do corante têxtil verde de oliva, além disso, estudos comprovam que a remoção de corantes têxteis utilizando mesocarpo do babaçu ocorre pelo fenômeno de adsorção física (Vos, 2006).

Esta pesquisa sugere um experimento de baixo custo e de fácil execução onde se utilizará a biomassa de babaçu (mesocarpo de babaçu) como bioissorvente na remoção do corante azul de metileno de soluções aquosas, criando assim um ambiente favorável para promover os conceitos de sorção, sorvato, sorvente, biomassa, bioissorção, bioissorvente, forças intermoleculares, solubilidade, polaridade, sustentabilidade ambiental e reaproveitamento de resíduos, como também verificar a importância da etapa de lavagem na preparação de um bioissorvente.

## Metodologia

Para realização do experimento nas escolas levam-se, em média, 4 horas para execução. Em função disso, sugere-se trabalhar o experimento em 3 etapas.

1ª etapa: a obtenção e preparo do bioissorvente (mesocarpo do babaçu) compreende: (1) coleta; (2) redução do tamanho das partículas (usou-se um moinho para isso); (3) lavagem com água comum (3 vezes); e (4) secagem.

2ª etapa: aplicação do bioissorvente e discussão dos conceitos envolvidos.

3ª etapa: a comparação dos resultados obtidos com o bioissorvente sem passar pelo processo de lavagem e lavagem bioissorvente.

## Resultados e discussão

Foram preparadas 3 soluções de azul de metileno a 5, 10 e 20 ppm partindo da diluição de uma solução estoque de concentração igual a 1% (10.000 ppm), que pode ser adquirida em farmácias.

Para o preparo da solução a 5, 10 e 20 ppm retirou-se 0,5, 1,0 e 2,0 mL da solução do corante a 1% utilizando uma pipeta e transferiram-se cada uma das alíquotas para 3 balões volumétricos de 1 L completando o volume com a água destilada, como mostra a [figura 1](#).



Figura 1 Soluções de azul de metileno a 5, 10 e 20 ppm.

Todo o procedimento descrito a seguir foi realizado utilizando o bioissorvente sem passar pelo processo de lavagem, em seguida utilizou-se o bioissorvente lavado.

## Relação concentração/quantidade de bioissorvente

Retiraram-se 5 alíquotas de 100 mL da solução de azul de metileno de concentração 5 ppm e transferiu-se para erlenmeyers de 150 mL, adicionaram-se em cada um deles 1, 2, 3, 4 e 5 g do bioissorvente, respectivamente, conforme a descrição da [figura 2](#).

Agitaram-se as amostras, utilizando um bastão de vidro, por 10 minutos, em seguida as mesmas ficaram em repouso por 30-40 minutos para decantar o bioissorvente.

Transcorrido o tempo de repouso foi verificado visualmente em qual alíquota havia desaparecido totalmente a coloração azul utilizando a menor massa do bioissorvente, em seguida transferiu-se a água resultante da remoção do corante para tubos de ensaio, com cuidado para evitar que o bioissorvente decantado se misturasse com a água e fez-se a comparação visual com as soluções do corante, como descreve a [figura 3](#).

Conhecendo a menor quantidade da massa do bioissorvente necessária para a remoção do corante da solução a 5 ppm, fez-se uma relação de proporção entre a massa e a concentração das soluções para calcular a quantidade do bioissorvente necessária para remover o corante nas soluções de 10 e 20 ppm, como mostra a [tabela 1](#).

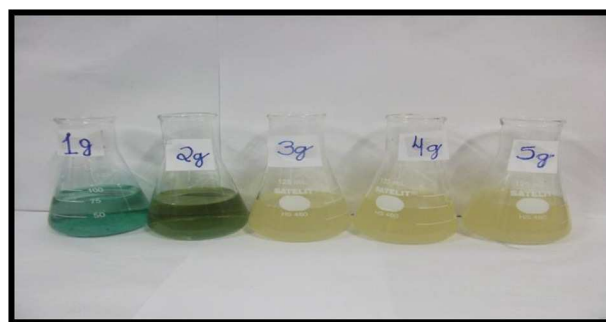
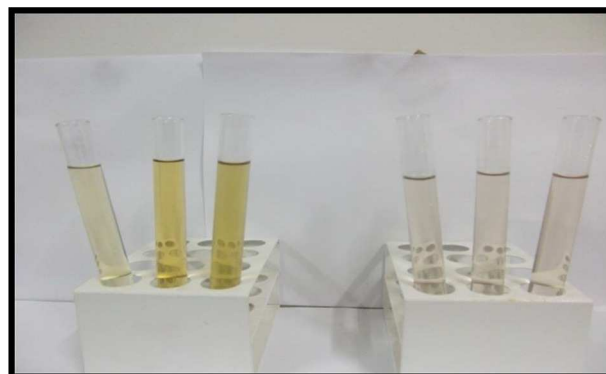


Figura 2 Amostras da solução de azul de metileno a 5 ppm que receberam 1, 2, 3, 4 e 5 g do mesocarpo de babaçu.



**Figura 3** À esquerda estão as soluções de corante a 5 ppm e à direita suas respectivas amostras após a aplicação e decantação do biossorbente lavado.



**Figura 4** Soluções de azul de metileno da sorção utilizando mesocarpo não lavado (à esquerda) e utilizando mesocarpo lavado (à direita).

**Tabela 1** Massa do biossorbente (lavado e não lavado) necessária para remover o corante das soluções em 3 concentrações diferentes

Volume das soluções (mL)	Concentração das soluções (mg.L <sup>-1</sup> )	Massa do biossorbente (lavado e não lavado) necessária para a remoção do corante (g)
100	5	3
100	10	6
100	20	12

Conhecendo esses valores retirou-se uma alíquota de 100 mL das soluções a 10 e 20 ppm e adicionou-se às mesmas massas do biossorbente calculadas teoricamente seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

A [tabela 1](#) mostra os valores das massas do biossorbente (lavado e não lavado) necessária para remover o corante das soluções em 3 concentrações diferentes.

Analisando os valores da massa do biossorbente necessária para remover o corante das soluções pôde-se perceber uma relação de proporção entre concentração e massa do biossorbente tanto utilizando o biossorbente lavado como também utilizando o biossorbente não lavado. Vale ressaltar que independentemente do biossorbente ter ou não passado pela etapa da lavagem a massa do biossorbente necessária para remover o corante das soluções foi a mesma.

### Comparação dos resultados obtidos utilizando o biossorbente sem passar pelo processo de lavado e biossorbente lavado

Comparando a coloração da água resultante da remoção do corante utilizando o biossorbente lavado e não lavado pôde-se perceber uma grande diferença em sua coloração, ou seja, o biossorbente lavado apresentou melhores resultados deixando a água com uma coloração próxima do incolor, como mostra a [figura 4](#).

Esse fato pode ser explicado levando-se em consideração que o mesocarpo de babaçu tem uma coloração amarela característica e que as substâncias orgânicas responsáveis por sua coloração são solúveis em água.

## Conclusões

Baseado nos resultados e discussões percebe-se que o mesocarpo de babaçu mostrou uma boa capacidade de sorção visto que foram usadas pequenas quantidades do biossorbente na remoção do corante. Os conceitos de economia criativa perpassaram por toda pesquisa, explicitando uma utilidade alternativa para um produto que muitas vezes é descartado após a extração da amêndoa do babaçu.

Constatou-se que há uma relação de proporção entre a quantidade do biossorbente e a concentração do corante, pelo menos em soluções diluídas.

Pôde-se perceber a importância da etapa da lavagem durante o preparo do biossorbente, já que essa etapa melhorou consideravelmente o aspecto da água após a remoção do corante. Nessa etapa são retiradas as substâncias solúveis em água, que podem enriquecer os efluentes de matéria orgânica aumentando a demanda química de oxigênio (DQO) dos efluentes, caso não seja retirada durante a lavagem.

Enfim, o experimento aguçará a curiosidade dos discentes das escolas, despertando-os para a importância da pesquisa química na resolução de problemas envolvendo a sustentabilidade ambiental

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

- Atkins, P., & Paula, J. (2004). (7ed). *Físico-Química (3) Rio de Janeiro-RJ: Livros Técnicos e Científicos Editora*.
- Baily, S. E., Olin, T. J., Bricka, R. M., & Adrian, D. (1999). *A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals. Water Research, 33, 2469-2479*.
- Castellan, G. (2001). *Fundamentos de Físico-Química. Rio de Janeiro-RJ: Livros Técnicos e Científicos Editora*.
- Montanher, S. F., Oliveira, E. A., Rollemberg, M. C., & Lewinsky, A. A. (2007). *Utilization of Agro-residues in the metal ions removal from aqueous solutions. In Hazardous materials and wastewater: Treatment, removal and analysis. Nova York: Nova Science Publishers*.

- Santana, A.S.; Vieira, A.P; Bezerra, W.B.; Silva, H.A.S.; Chaves, J.A.P.; Filho, E.C.S.; Melo, J.C.P; Ariolde, C. *Remoção do corante têxtil Verde Oliva indrathen em mesocarpo do coco babaçu (Orbignyaspiciosa)*. 31<sup>a</sup> Reunião anual da Sociedade Brasileira de Química-SBQ, 2008.
- Vivacqua Filho, A. (1968). *Babaçu, aspectos sócios-econômicos e tecnológicos*. Brasília: Universidade de Brasília.
- Vos, R. (2006). Defining biomass: Which types of biomass will count as renewable energy sources? *Refocus*, 7(5), 58-59.