

ESTUDO DA REMOÇÃO DE SURFACTANTES DA ÁGUA PRODUZIDA POR MEIO DE CARVÃO ATIVADO OBTIDO A PARTIR DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS

Letícia Gracyelle Alexandre Costa¹; Álvaro Gustavo Paulo Galvão²; Ana Gabriela Soares da Silva³;
Henrique Borges de Moraes Juvinião⁴; Djalma Ribeiro da Silva⁵.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, PPGQ – leticiagracy26@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, PPGCEP – alvarogusthavo@hotmail.com

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, – a.gabi_soares@hotmail.com

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, CCET – henriquebm.eng@gmail.com

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Instituto de Química – djalmarib@gmail.com

RESUMO

A água produzida representa a corrente de efluentes líquidos de maior volume das atividades de produção de petróleo. Sua composição química é variada devido seus componentes serem oriundos do reservatório, da água injetada e dos aditivos químicos usados na produção, tais como os surfactantes. Os surfactantes são um problema ambiental, devido a formação de espumas e por causarem efeitos tóxicos à biota aquática. Dentre os processos para tratamento de efluentes a adsorção é um método que pode ser empregado devido ser de fácil operação e baixo custo de investimento, sendo que seu custo de operação pode ser diminuído com a utilização de carvão ativado produzido a partir de materiais residuais, como por exemplo, as cascas dos alimentos. Este trabalho almeja empregar carvões ativados, utilizando com precursores a casca de banana e da macaxeira, para a remoção de surfactantes em amostras de água produzida. Os materiais sintetizados foram capazes de remover os surfactantes das amostras de água produzida, sendo aquele obtido a partir da casca da banana o que apresentou melhor desempenho, alcançando cerca de 97,4% para uma das amostras.

Palavras-chave: Surfactantes, Água Produzida, Carvão ativado; Resíduos agrícolas.

1. INTRODUÇÃO

A água produzida (AP) é a água aprisionada nas formações subterrâneas que é trazida à superfície juntamente com petróleo e gás durante as atividades de produção desses fluidos. A AP representa a corrente de efluentes líquidos de maior volume das

atividades de produção de petróleo [AMINI *et al.*, 2012].

A complexidade da sua composição merece atenção pois faz com que o gerenciamento da AP requiera cuidados específicos, não apenas relacionados com aspectos técnicos e operacionais, mas, também, os ambientais. Como consequência, o gerenciamento da AP resulta em custos

consideravelmente elevados e que representam um percentual significativo dos custos de produção [AMINI *et al.*, 2012].

A composição química da água produzida é variada devido seus componentes serem oriundos do reservatório, da água injetada e dos aditivos químicos usados na produção, tais como os coagulantes, floculantes inibidores de incrustação e de corrosão, biocidas, quebradores de emulsão e de espuma, agentes controladores de parafinas, ácidos, sequestradores de oxigênio, redutores de fricção e surfactantes [THOMAS *et al.*, 2001; GARCIA, 2006].

Os surfactantes em efluentes são um problema ambiental, devido a formação de espumas e consequente redução na transferência de oxigênio à biota aquática, além de que em concentrações acima de 1 mg.L⁻¹ causarem efeitos tóxicos como a inibição da ação de enzimas a nitrificação e a mineralização, impossibilitando a completa biodegradação dos efluentes [DALZELL *et al.*, 2001; ABOULHASSAN *et al.*, 2006; MUNGRAY; KUMAR, 2008; TAFFAREL; RÚBIO, 2010].

Várias técnicas têm sido empregadas para o tratamento de efluentes como precipitação química, adsorção, eletrólise, troca-iônica entre outras. Porém a adsorção é um método que pode ser empregado independente da concentração, de fácil

operação e baixo custo de investimento, sendo que seu custo de operação pode ser diminuído com a utilização de carvão ativado produzido a partir de materiais residuais, tornando-se uma ótima alternativa para o tratamento de efluentes [ÜÇER, 2005].

A adsorção é uma operação unitária capaz de concentrar espécies químicas em uma região interfacial que separa duas fases. Este processo compreende o contato de uma fase livre (gasosa ou líquida), o adsorvato, com uma fase densa e permanente e o substrato ou adsorvente, que tem a capacidade de reter seletivamente (por meio de difusão) espécies presentes no fluido de alimentação [BANDEIRA, 2007].

O carvão ativado é o material mais utilizado em processos de adsorção, tanto para tratamento de efluentes como nos tratamentos de água em Estações de Tratamento de Água (ETA) [GOLIN, 2008]. O processo de adsorção, quando se utiliza carvão ativado, ocorre por meio de interações entre a superfície do carvão e o adsorvato [DIAS *et al.*, 2007].

A preparação de carvão ativado a partir de materiais residuais possui várias vantagens, principalmente de natureza econômica e ambiental, de forma a diminuir os custos de disposição de resíduos, auxiliando na proteção do ambiente. Há uma grande variedade de

resíduos que possibilitam a preparação deste material [DIAS *et al*, 2007].

Entre os resíduos agrícolas pode-se destacar a casca da banana visto que a banana é a segunda fruta mais produzida no Brasil, porém, a sua casca geralmente é descartada, ou em alguns casos, é utilizada na alimentação de animais ou eventualmente em compostagem, o uso destes resíduos permitiria a redução da poluição ambiental, agregando valor à cultura da banana [BAKRY *et al.*, 1997; EMBRAPA, 2012].

Outro resíduo agrícola que pode ser utilizado para essa aplicação é a casca da macaxeira, que é um dos subprodutos das indústrias de processamento de mandioca, principalmente as fábricas de farinha. Este resíduo constitui-se de uma fina camada celulósica de cor marrom clara ou escura, que corresponde a 2% a 5 % do peso total das raízes e possui uma composição rica em lipídeos, fibras e água. Além dos minerais com ferro, cálcio e potássio. Constitui-se em fina camada celulósica, de cor marrom clara ou escura [EMPRAPA, 2016].

Sendo assim, este trabalho tem como finalidade empregar carvões ativados, utilizando com precursores resíduos agrícolas para a remoção de surfactantes em amostras de água produzida.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste em três etapas: Inicialmente, foi realizada a obtenção do carvão ativado. Em seguida, as amostras de água produzidas foram coletadas e submetidas por um processo de filtração simples utilizando o carvão ativado obtido. E por fim, foram realizados os ensaios de surfactantes.

2.1. Preparação do carvão ativado da banana

Foram produzidos dois materiais adsorventes utilizando resíduos agrícolas, sendo o primeiro obtido através da casca de bananas e o segundo a partir da casca de macaxeira. Ambas as cascas foram utilizadas *in natura* depois de serem higienizadas, picadas e secas, inicialmente por 12 horas expostas à luz solar e depois em uma estufa a 60 °C por 24 horas. Após a secagem as cascas foram trituradas e peneiradas até granulometria menor que 0,34 mm.

A ativação química dos materiais foi realizada utilizando ácido fosfórico na razão a 1:1 em contato com o material por 1 hora. Em seguida, o material foi seco a 150°C em estufa e submetido a carbonização em mufla a atmosfera ambiente por 2 horas a 600 °C com taxa de aquecimento de 10°C.min-1.

Após carbonização, o material foi submetido à lavagem com uma solução de bicarbonato de sódio 1% a 80 °C até a neutralização do pH, sendo seca em seguida a 100 °C em estufa por 48 horas. Os carvões obtidos foram macerados até apresentar-se como um pó fino.

2.2. Amostragem e filtração das amostras

Foram coletadas cinco amostras de água de produzida em diferentes pontos da Bacia Potiguar. Depois de coletadas, as amostras foram armazenadas sob refrigeração e encaminhadas para a Central Analítica do Núcleo de Processamento Primário e Reuso de Água Produzida e Resíduos (NUPPRAR) – UFRN, onde as mesmas receberam uma codificação interna para posterior realização dos ensaios.

Foi utilizado cerca de 1,0 g dos carvões ativados sintetizados para realização da filtração simples de 100 mL das amostras coletadas.

2.3. Ensaio de Surfactantes

Após a filtração, foi realizada a análise de surfactantes das amostras brutas e filtradas. O ensaio de surfactante foi realizado de acordo com a metodologia da APHA 5540 C.

Para isso o espectrofotômetro DR 5000 da HACH foi utilizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à preparação dos carvões ativados, tanto o da banana quanto o da macaxeira, foram obtidos com sucesso de acordo com a metodologia descrita. Nas Figuras 1 e 2, observa-se a transformação das matérias-primas nos carvões ativados.

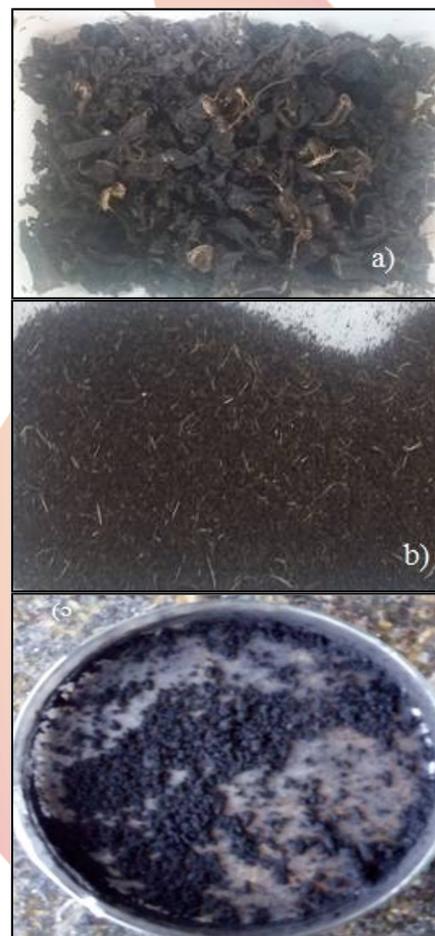


Figura 1: a) Fibra da banana após a exposição solar; b) Fibra da banana seca e triturada e c) Carvão ativado da banana.



Figura 2: a) Fibra da macaxeira após a exposição solar; b) Fibra da macaxeira seca e triturada e c) Carvão ativado da macaxeira.

Após as filtrações das amostras com os carvões ativados obtidos foi realizado o ensaio de surfactantes. Os resultados dessas análises para as amostras tratadas com o carvão ativado da banana encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado das concentrações de surfactantes, em mg.L^{-1} , para o tratamento com o carvão ativado da banana

Amostra	Amostra bruta	Amostra filtrada
A1	0,231	0,006
A2	0,468	0,336
A3	0,372	0,168
A4	0,225	0,210
A5	0,336	0,192

De acordo com os resultados contidos na Tabela 1, verifica-se que para todas as amostras houve uma redução na concentração final da amostra depois que esta foi submetida à filtração utilizando o carvão ativado da banana, sendo a amostra A1 a que obteve a menor concentração após o tratamento.

Os resultados das análises para as amostras tratadas com o carvão ativado da macaxeira encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado das concentrações de surfactantes, em mg.L^{-1} , para o tratamento com o carvão ativado da macaxeira

Amostra	Amostra bruta	Amostra filtrada
A1	0,231	0,030
A2	0,468	0,642
A3	0,372	0,150
A4	0,225	0,654
A5	0,336	0,216

De acordo com os resultados contidos na Tabela 2, verifica-se que para as amostras A1, A3 e A5 há uma redução na concentração do analito estudado. Enquanto para as amostras A2 e A4 observou-se um aumento na concentração dos surfactantes.

Este aumento pode ser devido à dissolução de compostos químicos presentes na matéria-prima. Isto nos leva a crer que para uma melhor utilização deste material como adsorvente uma lavagem prévia para a remoção de compostos pode vir a ser necessário, uma vez que foi visto que há a ocorrência de contaminação.

Com base nos dados obtidos, foi calculado o percentual de remoção que pode ser visualizado na Figura 3.

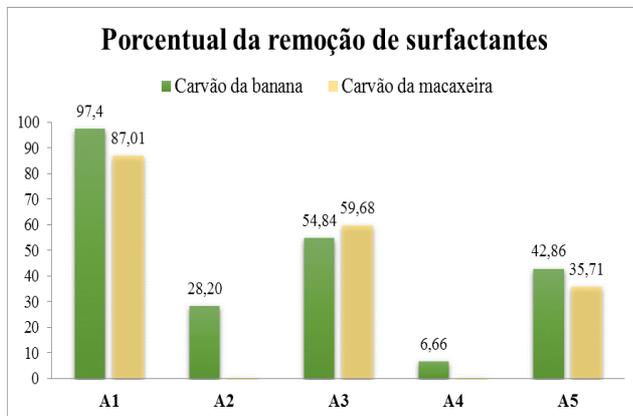


Figura 3: Porcentual da remoção de surfactantes pelos carvões ativados.

Para as amostras analisadas de água produzida, a amostra A1 apresentou o maior percentual de remoção após o tratamento com ambos os adsorventes, sendo de 97,4 % para o da banana e de 87,01% para o da macaxeira. A amostra A4 foi a que apresentou menor percentual de remoção dentre as amostras analisadas (6,66%).

Ao comparar os dois materiais estudados, observa-se que o carvão ativado da banana apresenta uma maior eficiência na remoção de surfactantes, uma vez que este foi o único que conseguiu remover parte do analito em todas as amostras analisadas, mesmo em baixa proporção.

Com isso, tem-se que o tratamento com carvão ativado na maioria dos casos é eficiente e proporciona a redução da concentração do analito, permitindo que as

amostras apresentem concentrações bastante inferiores ao valor máximo permitido de surfactantes presente nas Resoluções CONAMA nº 357 e 430, que é equivalente a 0,5 mg.L⁻¹.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível concluir que a utilização de carvões ativados obtidos a partir de resíduos industriais se apresenta como uma alternativa eficaz na remoção de surfactantes na água produzida.

Dentre os materiais sintetizados, o carvão ativado em que a casca da banana foi utilizada como precursor apresentou melhores percentuais de remoção em comparação ao da macaxeira.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao NUPPRAR, a UFRN e a CAPES pelo apoio e pela infraestrutura cedida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOULHASSAN, M. A.; SOUABI, S.; YAACOUBI, A.; BAUDU, M. Removal of Surfactant from Industrial Wastewaters by Coagulation Flocculation Process. *International Journal of Environmental Science Technology*, v. 3, n. 4, p. 327-332, 2006.

AMINI, S.; MOWLA, D.; GOLKAR, M.; ESMAEILZADEH, F. (2012). Mathematical modelling of a hydrocyclone for the down-hole oil-water separation (DOWS). *Chemical Engineering Research and Design*, v. 90, p. 2186-2195.

APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. Washington, EUA, 2005. 1368 p.

BAKRY, F.; CARREL, F.; CARUANA, M. L.; COTE, F. X.; JENNY, C.; TEZENAS, D. H. *Les bananiers. L'amélioration des plantes tropicales*. A. Cherrier et al. Eds., Montpellier, France, CiradOrstom, collection Repères, 1997, pp.109-139.

BANDEIRA, L. F. M. **Remoção de metal pesado de efluentes aquosos através da combinação dos processos de osmose inversa e adsorção**. 2007. 147. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

COLPANI, Gustavo Lopes. **Preparação e caracterização de adsorventes para a remoção de surfactantes aniônicos em águas residuárias**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em:

<<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100645>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

DALZELL, D.J.B. *et al.* A comparison of five rapid direct toxicity assessment methods to determine toxicity of pollutants to activated sludge. **Chemosphere**, v.47, p. 535-545. 2002.

DIAS, J. M.; ALVIM-FERRAZ, M. C. M.; ALMEIDA, M. F.; RIVERA-UTRILLA, J.; SÁNCHEZ-POLO, M. **Waste materials for activated carbon preparation and its use in aqueous-phase treatment: A review**. *Journal of Environmental Management*, v. 85, p. 833-846. 2007.

EMBRAPA. *Cultivo de Banana em Rondônia*. EMBRAPA Rondônia. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica Dez. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/CultivodaBananaRO/index.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

EMBRAPA. **Subprodutos da mandioca: composição dos resíduos sólidos**. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:_pWS9iZYxjIJ:ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24804/1/folder-mandioca.pdf+&cd=3&hl=pt-

BR&ct=clnk&gl=br&client=firefox-b>.

Acesso em: 30 jun. 2016.

GARCIA, R. B. Impactos ambientais causados por atividades petrolíferas. 78f. **Apostila – Departamento de Química.** UFRN: Natal, 2006.

GOLIM, D. M, 2007, **Remoção de Chumbo de Meios Líquidos através de Adsorção Utilizando Carvão Ativado de Origem Vegetal e Resíduos Vegetais.** Dissertação de M. Sc., Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.

MUNGRAY, A. K.; KUMAR, P. Anionic Surfactants in Treated Sewage and Sludges: Risk Assessment to Aquatic and Terrestrial Environments. *Bioresource Technology*, n. 99, p. 2919-2929, 2008.

TAFFAREL, S. R.; RUBIO, J. Adsorption of Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate from Aqueous Solution Using a Modified Natural Zeolite with CTAB. *Minerals Engineering*, v. 23, p. 771-779, 2010.

THOMAS, J. E. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo.** 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência: Petrobras, 2004.

ÜÇER, A.; UYANIK, A.; ÇAY, S; ÖZKAN, Y. **Immobilisation of tannic acid onto activated carbon to improve Fe(III)**

adsorption. Separation and Purification Technology, v. 44(1), p. 11-17. 2005.

