

AValiação DO POTENCIAL DE REMOÇÃO DE ÓLEO UTILIZANDO O ENDOCARPO DO COCO

Macilene Maria Monteiro Maia¹
Cinthia Silva Almeida²
Zilvam Melo dos Santos³
Manoel Reginaldo Fernandes⁴
Francisco Wilton Miranda da Silva⁵

RESUMO

O volume de água produzida obtida no processo de extração do petróleo é muito grande, apresentando uma composição variável, com alto teor de compostos orgânicos, representando um risco ao meio ambiente. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de adsorção do endocarpo do coco *in natura* na remoção do óleo presente em efluente sintético. Para isso foi preparado um fluido com concentração de 20% em volume de óleo diesel S500 em água. A metodologia experimental consistiu na seleção e tratamento do adsorvente, na preparação do fluido sintético e na avaliação da remoção do óleo através da turbidez. Para efeito de comparação, uma amostra de carvão ativado comercial também foi testada. Inicialmente, o endocarpo do coco foi lavado com água, seco em estufa, triturado, e classificado em três faixas granulométricas, a saber: (0,15-0,13), (0,3-0,6) e (0,6-1) mm. Os ensaios de remoção foram realizados através da medição da turbidez do fluido antes e após o contato do fluido com o adsorvente. Foram analisados o efeito da granulometria e da massa do material. Percentuais de remoção entre 21,71 % e 28,55 % foram obtidos para uma mesma massa de endocarpo (3 g), mostrando que o tamanho da partícula pouco influencia na remoção do óleo. Comportamento similar também foi obtido no estudo da variação da massa. Por sua vez, o carvão ativado removeu em 86,30 % a turbidez presente no fluido. Portanto, os resultados mostram que o endocarpo pode ser um adsorvente alternativo no tratamento da água produzida.

Palavras-chave: Endocarpo do coco, Carvão ativado, Adsorção, Óleo diesel, Fluido sintético.

¹ Graduanda do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA macilene.maria@hotmail.com;

² Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, cinthiasilva32@outlook.com;

³ Doutor pelo Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, zilvammelo@ufersa.edu.br ;

⁴ Doutor pelo Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, manoel.fernandes@ufersa.edu.br ;

⁵ Professor orientador: Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal do Ceará – UFC wilton.miranda@ufersa.edu.br .

INTRODUÇÃO

Com o processo de extração do petróleo, além do óleo e do gás, uma grande quantidade de água é gerada, sendo essa denominada água produzida. A sua composição depende da formação geológica que lhe deu origem, possuindo um alto teor de compostos orgânicos (SILVA *et al.*, 2020).

Devido a mudança na composição da água produzida, o seu tratamento exige cuidados específicos, pois além dos problemas técnicos e operacionais como corrosão dos equipamentos, problemas ambientais também são gerados (MOTTA *et al.*, 2013). Assim, o tratamento desse efluente se faz importante.

Diversas técnicas têm sido estudadas para o tratamento da água produzida, como os processos por precipitação, filtração por membrana, troca iônica, adsorção, dentre outras (HEGAZI, 2013). A adsorção consiste na adesão de moléculas que estão presentes em um fluido sobre a superfície de um sólido, sendo o resultado de forças não balanceadas que atraem as moléculas do fluido em um tempo finito (RUTHVEN, 1998). A adsorção é de natureza física, quando as forças atrativas entre as moléculas do fluido são maiores do que as forças intermoleculares. Já na adsorção química, o fluido é dissolvido formando radicais e os átomos se ligam ao adsorvente (SILVA *et al.*, 2019).

Atualmente, o processo de adsorção vem sendo alvo de estudo por muitos pesquisadores. Pereira (2019), em sua pesquisa, utilizou os resíduos da casca do arroz transformando-os em cinza, e por meio da adsorção removeu cerca de 93 % de cobre da água produzida. Domingues *et al.* (2021) sintetizaram carvão ativado a partir de cascas de laranjas para aplicar na remoção de nitrato da água, em que foram obtidos resultados promissores. Outra utilização de resíduos é o da erva-mate também para a remoção de contaminantes da água produzida e bons resultados foram encontrados (MEURER; VARGAS, 2019).

Nesse contexto, nota-se que a busca por adsorventes alternativos vem atingindo resultados favoráveis, principalmente os resíduos oriundos de atividade agroindustriais, por apresentarem características importantes no processo de adsorção, como sua composição e grau de porosidade, além de possuírem baixo custo.

De acordo com Sousa *et al.* (2007), são estimados 2 milhões de toneladas anuais de cascas de coco que são geradas no Brasil, por causa do consumo da água do coco. No Rio Grande do Norte a produção atinge cerca de 12 % da nacional (ROCHA, 2021). O que evidencia um grande problema ambiental devido a quantidade de resíduo gerado. Logo, o

estudo sobre a utilização dos resíduos do coco como adsorvente para o tratamento de efluentes, torna-se relevante, devido à grande disponibilidade local, sendo uma matéria prima regional que é comumente desperdiçada.

Os resíduos do coco são o endocarpo que é a parte mais rígida e escura e o mesocarpo a parte que possui fibras longas (MORAIS *et al.* 2019). A composição dos resíduos do coco apresenta uma estrutura lignocelulósica composta por grupos reativos que favorecem na interação dos íons presentes em soluções. Nascimento (2020), estudou o pó da casca do coco para remover o cobre e o cádmio da água, e bons resultados utilizando esse material foram encontrados.

Portanto, o trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de adsorção do endocarpo do coco *in natura* na remoção do óleo presente em um efluente sintético, simulando a água produzida de campos de petróleo, por meio da análise dos seguintes parâmetros: variação da granulometria e da massa do adsorvente, além de fazer uma comparação com o carvão ativado comercial.

METODOLOGIA

1. Adsorventes

Endocarpo do coco

O endocarpo do coco foi adquirido na cidade de Mossoró – RN. O seu tratamento foi baseado no estudo de Fernandes (2010). Inicialmente, o endocarpo do coco foi separado da casca e raspado para remover todas as impurezas. Em seguida, foi lavado manualmente, e seco em uma estufa a 50 °C por 24 h. Por fim, o endocarpo foi triturado em um moinho de facas (marca SOLAB SL-32), e separado em três faixas granulométricas, usando peneiras do tipo Tyler. As três granulometrias obtidas, foram: (0,15-0,3), (0,3-0,6) e (0,6-1) mm.

Carvão ativado comercial

O carvão ativado comercial denominado por WV1050 da Mead-Westvaco (EUA), foi cedido gentilmente pela Universidade Federal Ceará. O material possui faixa granulométrica de (1-1,7) mm. A amostra de carvão ativado comercial, foi ativada antes dos ensaios em uma estufa a 80 °C por um período de 3 h, para remover possíveis substâncias que estivessem adsorvidas no material.

2. Preparação do fluido sintético

O fluido foi preparado com base no estudo de Domingos *et al.* (2020), realizando algumas adaptações, como a forma de agitação. A preparação se deu da seguinte forma: foram adicionados 0,2 L de óleo para cada 0,8 L de água, produzindo uma emulsão de água e óleo com uma concentração de 20 % em volume. A água e o óleo foram agitados em um agitador da marca Hamilton Beach por um período de 30 segundos e, em seguida, agitado por mais 50 min, em uma mesa agitadora (SOLAB SL 1821 A) em temperatura ambiente. Por fim, o fluido foi deixado em repouso em um funil de separação, por um período de 24 h, para haver a separação da fase óleo da fase aquosa. A fase aquosa foi a utilizada nos experimentos.

3. Ensaios de adsorção

Os ensaios se deram da seguinte forma: ensaios com faixas granulométrias variando de (0,15-0,3), (0,3-0,6) e (0,6-1) mm e massa fixa de 3g do endocarpo, ensaios variando as massas do adsorvente (3g e 5g) com faixa granulométrica fixa de (0,6-1) mm e, por fim, ensaios contendo 3g de carvão ativado na faixa (1-1,7) mm, sendo, portanto, um total de 7 experimentos.

Os ensaios de adsorção foram realizados em batelada. Foram colocados 190 ml do fluido sintético oleoso em contato com o resíduo do endocarpo do coco (3 g ou 5 g) em um erlenmeyer de 250 ml. Os recipientes foram colocados em uma incubadora Shaker, onde permaneceram sob rotação de 170 rpm e temperatura de 30 °C, por um período de 12 h. O mesmo processo foi realizado com o carvão ativado comercial, mas apenas com massa de 3 g. Passados essas etapas, a solução ficou em repouso por um período de 5 h e logo após esse tempo foi retirado uma alíquota do fluido, para realizar a análise de remoção da turbidez.

O potencial de remoção da turbidez do efluente oleoso sintético foi analisado com o auxílio de um turbidímetro. As unidades da leitura da turbidez expressas pelo turbidímetro foram dadas em NTU (*Nephelometric Turbidity Unity*). Em todas as análises, a leitura foi realizada em triplicata e obtida a média dos três valores. As análises de turbidez foram realizadas no fluido antes e após o contato com os adsorventes (endocarpo do coco e carvão ativado), com o objetivo de avaliar o potencial de remoção da turbidez do fluido oleoso, a partir da equação 1.

$$\% \text{Removida} = \left(1 - \frac{\text{Turbi}}{\text{Turbf}} \right) * 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Nesta equação, a % Removida corresponde a quantidade de óleo removida pelo adsorvente, o termo *Turbi*, representa a turbidez inicial, antes do contato com o adsorvente e *Turbf* a turbidez final, ou seja, a turbidez depois do contato com os adsorventes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da granulometria do endocarpo do coco.

A turbidez inicial do fluido sintético oleoso; foi de 774 NTU. Foi medido a turbidez final do fluido e calculado a porcentagem de remoção por meio da equação 1. Os resultados estão mostrados na Tabela 01. As taxas de remoção foram bastantes próximas, com a melhor taxa de remoção para a granulometria de (0,6-1) mm. Com base nestas observações, concluímos que a variação da granulometria não teve influência significativa na remoção da turbidez.

Tabela 01: Remoção da turbidez em função da granulometria do endocarpo.

Nº amostras	Granulometria (mm)	Massa (g)	% Removida
1	(0,15-0,3)	3	21,71
2	(0,3-0,6)	3	27,13
3	(0,6-1)	3	28,55

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

Análise da influência da massa do endocarpo do coco.

Para se ter uma análise mais apurada do estudo desse adsorvente, foi fixada a faixa granulométrica de (0,6-1) mm, por apresentar maior capacidade de remoção, e analisamos o efeito da massa na taxa de remoção da turbidez, ver Tabela 02. Com o aumento da massa de 3 g para 5 g, a taxa de remoção aumentou de 28,55 para 33,72 %, tendo pouca influência sobre a quantidade de óleo removida. Esperava-se ter uma maior remoção para a massa maior, pois, em geral, a quantidade adsorvida aumenta com a massa de adsorvente. Por exemplo, no estudo de Costa; Mendonça; Wysard Junior, (2017), os autores estudaram a remoção de cromo a partir de um efluente aquoso. Neste trabalho, foi possível perceber que quanto maior quantidade de massa, maior era a remoção do componente estudado.

Tabela 02. Variação da massa em relação a porcentagem removida.

Nº amostras	Granulometria (mm)	Massa (g)	% Removida
1	(0,6-1)	3	28,55
2	(0,6-1)	5	33,72

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

Análise comparativa do carvão ativado comercial e o endocarpo do coco.

Na tabela 03, mostra a porcentagem de remoção utilizando o carvão ativado comercial que chegou a 86,30 %. Na figura 01, mostra o percentual de remoção da turbidez do fluido sintético oleoso do endocarpo *in natura* com a massa fixa de 3 g e o carvão ativado comercial. Em análise de comparação o adsorvente endocarpo do coco na forma natural, apresenta taxas de remoção significativas, tendo em vista que se trata de um material sem nenhum tratamento químico e que o carvão ativado já é um material em comercialização.

Tabela 03. Taxa de remoção do carvão ativado comercial, massa e granulometria do material.

Carvão Ativado comercial		
Granulometria (mm)	Massa (g)	% Removida
(1-1,7)	3	86,30

Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

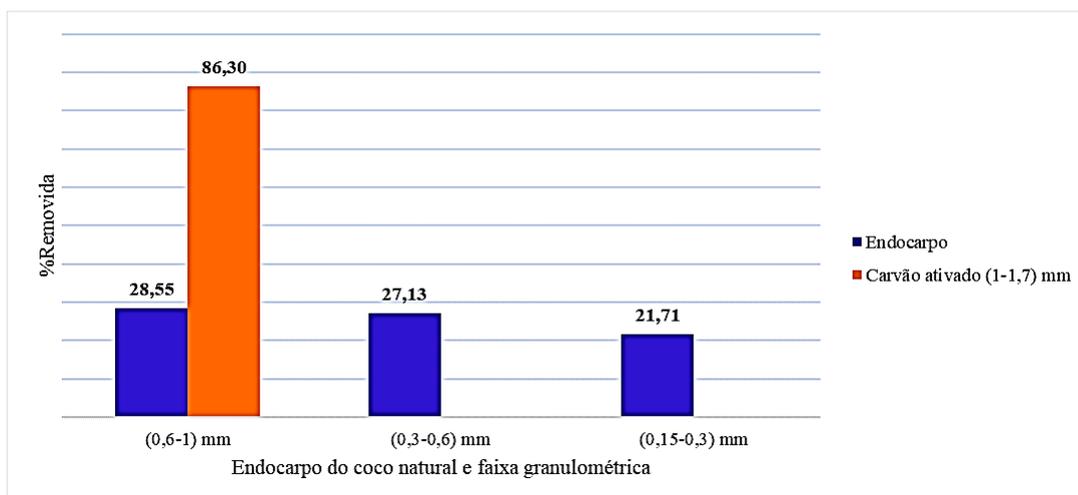


Figura 01: Taxa de remoção com massa fixa de 3 g. Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos, o endocarpo do coco apresenta resultados razoáveis como adsorvente na remoção da turbidez de efluente oleoso sintético, tendo em vista que se trata de um material sem tratamento químico. Em relação aos parâmetros estudados, a variação da granulometria e da massa do adsorvente tem pouca influência nas taxas de remoção.

Em relação a comparação do endocarpo do coco *in natura* com o carvão ativado comercial, a taxa de remoção do carvão foi bem maior do que a taxa de remoção do endocarpo, sendo dados já esperados, pois o carvão ativado já é um material em comercialização. Mas se levar em consideração que o endocarpo do coco é uma matéria prima regional abundante e que não é aproveitada, os resultados podem ser promissores.

Logo, o endocarpo do coco *in natura* pode ser um adsorvente alternativo para o tratamento da água produzida de campos de petróleo, sendo também uma forma de minimizar a poluição causada pelos resíduos do coco. Contudo, para melhorar a taxa de remoção de óleo da água, sugere-se que o endocarpo seja tratado com um agente hidrofobizante e, assim, possibilite maior atração pelas partículas do óleo, além da obtenção de um carvão ativado a partir deste material.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP, da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI por meio do Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás – PRH-ANP/MCTI.

REFERÊNCIAS

COSTA, D. A.; MENDONÇA, R. H.; WYSARD JUNIOR, M. M. Avaliação da remoção de cromo (III) por materiais compósitos porosos adsorventes de PE-g-MA, fibra de coco e quitosana, usando planejamento experimental. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, n. 6, p. 1203-1213, 2017.

DOMINGOS, I. S.; FREIRE, F. I. da C.; DELGADO, R. C. de O. B.; MOTA, A. L. N.; BARBOSA, A. F. F.; CUNHA, J. D. da; SANTIAGO, R. C. Análise da eficiência da diatomita no tratamento de fluido sintético oleoso, visando aplicação em água produzida em campos de petróleo. Brazilian Journal Of Development. v. 6, n. 11, p. 89329-89339, 2020. Brazilian Journal of Development.

DOMINGUES, L. F., Cruz, G. Q. N., de Castro, I. P., Archioli, I. A., Lopes, L. C., & de Oliveira, M. R. M. Produção de carvão a partir da casca de laranja ativado com cloreto de cálcio (CaCl₂) e sua aplicação em tratamento de água contaminada com nitrato (NO₃⁻). Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 1, p. 404-413, 2021.

FERNANDES, K. D. A. N. (2010). Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água. Revista Da Graduação, v.3 n. 2.

HEGAZI, Hala Ahmed. Removal of heavy metals from wastewater using agricultural and industrial wastes as adsorbents. Hbrc Journal, v. 9, n. 3, p. 276-282, dez. 2013. Informa UK Limited.

MEURER, M. C.; VARGAS, F. Uso de erva-mate como biossorbente de contaminantes no tratamento da água. Revista Tecnologia e Tendências, v. 10, n. 1, p. 35-60, 2019.

MORAIS, R. de M.; SANTANA, G. M.; LELIS, R. C. C.; PAES, J. B. Produção de carvão ativado microporoso com vapor d'água preparado a partir de endocarpo de coco (Cocos nucifera). Advances In Forestry Science, v. 6, n. 3, p. 699, 1 nov. 2019. Advances in Forestry Science.

MOTTA, A. R. P. da; BORGES, C. P.; KIPERSTOK, A.; ESQUERRE, K. P.; ARAUJO, P. M.; BRANCO, L. da P. N. Tratamento de água produzida de petróleo para remoção de óleo por processos de separação por membranas: revisão. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 18, n. 1, p. 15-26, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO).

NASCIMENTO, P. F. P. do. Estudo de metodologias de tratamento do pó da casca do coco para adsorção de Cu^{+2} e Cd^{+2} . 2020. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-Rn, 2020

PEREIRA, K. R. A. Cinética de adsorção dos íons de Cu^{2+} na cinza da casca de arroz para tratamento de efluente da indústria de petróleo. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 5, n. 5, p. 0439-0443, 2019.

ROCHA, M. Produção de água de coco no RN corresponde a 12% da nacional. Disponível em: <https://nominuto.com/noticias/brasil/producao-de-agua-de-coco-no-rn-corresponde-a-12-da-nacional/38979/>. Acesso em: 25/04/2021.

RUTHVEN, D.M. Principles of adsorption and adsorption processes. New York: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd, 1984.

SOUSA, F. W.; MOREIRA, S. A.; OLIVEIRA, A. G.; CAVALCANTE, R. M.; NASCIMENTO, R. F.; ROSA, M. F. Uso da casca de coco verde como adsorbente na remoção de metais tóxicos. Química Nova, v. 30, n. 5, p. 1153-1157, out. 2007. FapUNIFESP (SciELO).

SILVA, G. S. da; GUIA, J. S. A. da; AMARAL, P. S. Aplicação de biomassas no processo de adsorção no tratamento da água produzida de petróleo. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 5, n. 2, p. 131, 2019.

SILVA, D. C. da; NETO, A. de O. W.; PERES, A. E. C.; NETO, A. A. N.; DANTAS, T. N. C. Removal of oil from produced water by ionic flocculation using saponified babassu coconut oil. Journal Of Materials Research And Technology, v. 9, n. 3, p. 4476-4484, maio 2020. Elsevier BV.