

12º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DO SABUGO DE MILHO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE OLEOSO

AUTORES:

Jessica de Oliveira Lopes, Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado, Daianni Ariani da Costa Ferreira, André Luís Novais Mota

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE ADSORTIVA DO SABUGO DE MILHO NO TRATAMENTO DE EFLUENTE OLEOSO

Resumo

No processo de produção de petróleo, água é trazida à superfície juntamente com óleo e gás. Devido à sua complexa composição físico-química e toxicidade, necessita de tratamento adequado. O objetivo deste trabalho foi estudar a capacidade adsortiva do sabugo de milho no tratamento de efluente oleoso. Para isso, foi produzido um fluido sintético com óleo diesel S500 e água destilada. Inicialmente, os sabugos de milho foram lavados, secos em estufa e submetidos a uma raspagem para eliminação de possíveis impurezas. Posteriormente, os sabugos de milho foram triturados e submetidos à caracterização granulométrica, sendo obtidas quatro faixas: -14+28, -28+48, - 48+100 e -100 mesh (Tyler) em maiores quantidades. Parte do material triturado foi hidrofobizado com cera de carnaúba (20%, m/m). Os ensaios de adsorção em banho finito foram realizados com 200 ml do fluido sintético, posto em contato com 3 g e 5 g do sabugo de milho triturado. Foram realizadas análises de turbidez e pH antes e após o contato com o adsorvente. A turbidez inicial do fluido foi de 1100 NTU. O percentual de remoção de turbidez após contato com os adsorventes foi superior a 42% na forma natural e superior a 45% na forma hidrofobizada. O maior percentual de remoção (92,3%) foi obtido com 5 g do sabugo de milho triturado na forma natural, na maior faixa granulométrica. O pH inicial do fluido foi 6,85 e não houve alteração significativa após contato do mesmo com o sabugo. O sabugo de milho apresentou bom resultado na remoção de turbidez de efluente oleoso e, esse potencial o torna um material interessante para ser testado no tratamento de água produzida.

Palavras-chave: Sabugo de milho, Fluido oleoso sintético, Adsorção.

Abstract

In the oil production process, water is brought to the surface along with oil and gas. Due to its complex physico-chemical composition, it requires appropriate treatment. The aim of this work was to study the adsorptive capacity of corn cobs in the treatment of oily effluent. To this end, a synthetic fluid was produced using S500 diesel oil and distilled water. Initially, the corncobs were washed, dried in an oven and scraped to remove possible impurities. They were then crushed and subjected to particle size characterization, and four ranges were obtained: -14+28, -28+48, - 48+100 and -100 mesh (Tyler) in larger quantities. Part of the crushed material was hydrophobized with 20% carnauba wax. The adsorption tests in a finite bath were carried out with 200 ml of the fluid placed in contact with 3 g and 5 g of the crushed corncob, followed by turbidity and pH analyses before and after contact with the adsorbent. The initial turbidity of the fluid was 1100 NTU. The percentage of turbidity removal after contact with the adsorbents was over 42% in the natural form and over 45% in the hydrophobized form. The highest percentage of removal (92.3%) was obtained with 5 g of corn cobs crushed in their natural form, in the largest particle size range. The initial pH of the fluid was 6.85 and there was no

significant change after contact with the corncob. Corn cobs showed good results in removing turbidity from oily effluents and this potential makes them an interesting material to test in the treatment of produced water.

Keywords: Corn cob, Synthetic oily fluid, Adsorption.

Introdução

Efluentes contaminados com óleo são geralmente gerados em atividades industriais das mais variadas áreas. No processo de produção de petróleo, água é trazida à superfície juntamente com óleo e gás. O volume de água gerado na atividade de produção de petróleo varia de acordo com as características e idade do campo, sendo os reservatórios mais maduros, responsáveis pela geração dos maiores quantitativos deste efluente (NEFF; LEE; DeBLOIS, 2011a). O gerenciamento dessa água é um grande desafio para indústria, pois a mesma apresenta alta complexidade na sua composição físico-química podendo apresentar também elevada toxicidade, portanto, necessita ser rigorosamente tratada. Diversas são as técnicas utilizadas para o tratamento da água produzida, dentre elas podem ser citados os métodos de foto-catálise, tecnologia de membrana e células microbianas (SILVA et al., 2020). Os métodos de floculação, precipitação e adsorção também são utilizados. A adsorção pode representar uma técnica de baixo custo, em que o seu processo consiste na adesão das partículas do óleo na superfície do sólido estudado (AMARAL; GUIA; SILVA, 2019).

Segundo Coelho *et al.* (2014), o processo de adsorção está descrito de maneira aprofundada na literatura e tem apresentado resultados satisfatórios na descontaminação de águas poluídas. Diversos materiais como o carvão ativado, sílica gel e alumina ativada são utilizados como adsorventes em tratamentos de efluentes. Todavia, existe a necessidade da busca por novos materiais que sejam também eficientes e mais baratos, além de serem testados para um efluente oleoso em condições específicas. Logo, a utilização de resíduos agroindustriais como adsorventes pode ser uma alternativa interessante.

Pereira et al. (2019) avaliaram a eficiência do epicarpo da laranja na remoção de turbidez de fluído oleoso e verificaram que o material na forma natural e hidrofobizada reduziu a turbidez do fluído em percentuais acima de 80%. Diógenes et al. (2022) testaram casca de abacaxi para remoção de turbidez de efluente oleoso em duas faixas granulométricas (-16+28; -28+48 mesh) e de acordo com os dados obtidos concluíram que as mesmas apresentaram resultados significativos na remoção de turbidez, entre 50% a 98%.

Atualmente, diversas pesquisas estão sendo conduzidas com materiais que possam atuar como agentes hidrofobizantes, ou seja, contribuir para que o adsorvente se torne um material com aversão a água e assim aumentar a capacidade de adsorção desses materiais. Segundo Borba *et al.* (2013), a cera de carnaúba é composta por uma larga cadeia de hidrocarbonetos e ésteres, ácidos e hidroxiácidos e, essas características lhe proporcionam um alto poder de hidrofobização em materiais adsorventes como argilas, tornando os mesmos com afinidade a compostos orgânicos.

O milho é a segunda maior cultura de importância agrícola no Brasil. De acordo com a última estimativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o Brasil terá uma produção total de 110,96 milhões de toneladas de milho para a safra 2023/24, há uma redução na produção total de 1,52 milhão de toneladas comparada à safra anterior, uma decorrência negativa ocasionada do fenômeno El Niño, em 2023 (SNA, 2024).

Segundo Souza *et al.* (2019) o sabugo de milho é considerado um resíduo no meio rural e, quando gerado em grandes quantidades, requer um cuidado especial no seu descarte. Esses autores avaliaram a capacidade adsorativa do sabugo de milho triturado em contato com solução de azul de metileno e verificaram que, quanto menor a granulometria do sabugo, maior foi a taxa de adsorção do corante.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento do sabugo de milho como adsorvente, principalmente na remoção de óleo de efluentes e consequentemente, entender se esse tipo de material apresenta potencial para ser utilizado no tratamento de água produzida.

Metodologia

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica e posteriormente, o trabalho foi realizado de acordo com as seguintes etapas:

- Coleta e preparação do material: Os sabugos de milho foram coletados e foram submetidos, inicialmente, a uma raspagem manual para retirada do excesso do amido ainda presente nos sabugos e, posteriormente, foram lavados com água abundante da torneira e secos em estufa (100°C) por 24 horas. Este preparo inicial do material teve por objetivo a eliminação de impurezas presentes. Foi realizada uma segunda raspagem manual nos sabugos com o intuito de retirar a palha grossa e fina dos mesmos. Em seguida, foram triturados em uma forrageira e depois em um moinho de facas. Os sabugos de milho triturados foram lavados e secos em estufa (65 °C) por 48 h.

- Separação granulométrica e processo de hidrofobização: Os sabugos de milho triturados foram submetidos à caracterização granulométrica em peneiras do tipo *Tylor*, onde foram obtidas em maior quantidade quatro faixas granulométricas diferentes: -14+28 mesh; -28+48 mesh; -48+100 mesh e -100 mesh. Os mesmos foram submetidos ao processo de hidrofobização com cera de carnaúba, sendo adicionados 20% em peso de cera, para cada grama (g) do material adsorvente nas quatro faixas granulométricas.

- Preparo do fluido sintético: O fluido sintético foi preparado com água destilada a 20% de óleo diesel S500. A mistura água/óleo foi agitada em um agitador da marca Hamilton Beach por um período de 30 s, em seguida, a emulsão formada foi agitada novamente em uma mesa agitadora, por um período de 50 min. Decorrido esses processos, o fluido oleoso foi colocado em funil de decantação por um período de 24 h, para separação das fases: a fase aquosa oleosa (utilizada nos experimentos) e óleo.

- Ensaios de Adsorção: Os ensaios de adsorção foram realizados em banho finito numa mesa agitadora a temperatura ambiente (30°C). Foram pesados separadamente 3 g e 5 g dos sabugos de milho (natural e hidrofobizado) nas quatro faixas granulométricas e colocados em contato com 200 ml do fluido oleoso sob agitação por 12 h. Decorrido esse tempo, foi deixado em repouso por um período de 5 h, para poder haver a decantação do material que estava em suspensão. Ao final desses processos uma alíquota do fluido sobrenadante foi retirada para ser submetida a análises de turbidez e pH.

- Avaliação do potencial de adsorção: O potencial de adsorção dos materiais (natural e hidrofobizado) foi avaliado através da técnica da turbidez. As análises de turbidez no fluido sintético foram realizadas antes e após o contato com os sabugos de milho, utilizando um turbidímetro da PoliControl modelo AP 2000 W. Os resultados foram obtidos em NTU (Nephelometric Turbidity Unity). Antes e após os ensaios de adsorção, o pH do fluido também foi analisado, com o objetivo de identificar alguma variação do meio após contato do mesmo com os sabugos de milho.

Resultados e Discussão

A turbidez inicial do fluido sintético foi de 1100 NTU. Os resultados obtidos nas análises de turbidez e pH do fluido após contato com os sabugos de milho (natural e hidrofobizado) em diferentes massas (3 g e 5 g), e quatro faixas granulométricas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. Utilizando 3 g de sabugo de milho triturado em sua forma natural, variando sua granulometria, foi obtido um percentual de remoção de turbidez de 42,18% até 64,82%, sendo a maior remoção obtida na menor faixa granulométrica (-100 mesh), com 3 g do material adsorvente na forma hidrofobizada obteve-se

um percentual de remoção de 45,58% até 56,21%, sendo a maior remoção para a granulometria de -100 mesh. Nos ensaios com 5 g do material adsorvente na forma hidrofobizada obteve-se um percentual de remoção de 48,97% até 66,82%, com a maior remoção ocorrendo para o material na granulometria de -100 mesh. Utilizando 5 g do adsorvente na forma natural nas diferentes granulometrias, foram obtidos os maiores valores de remoção de turbidez, ou seja, os percentuais variaram de 79,52 até 92,35%. O maior percentual de remoção ocorreu utilizando material na maior faixa granulométrica (-14+28 mesh).

O valor de pH obtido para o fluido sintético foi de 6,85. Não houve modificação significativa após os ensaios experimentais, o valor médio do pH obtido para os fluidos após contato com os adsorventes foi de 6,74. Esses resultados se enquadram dentro da faixa especificada (pH entre 5-9) para lançamento de efluente de acordo com a Resolução do CONAMA 430/2011. Logo, é possível afirmar que o fluido sintético utilizado neste trabalho, também apresenta pH que se enquadra nas especificações estabelecidas pela referida resolução para lançamento de efluentes.

Tabela 01. Valores de pH, turbidez e percentual de remoção após os ensaios de adsorção com 3 g de sabugo de milho.

Adsorvente	Granulometria (mesh)	pH	Turbidez (NTU)	Remoção (%)
Sabugo de Milho (Natural)	(-14+28)	6,80	636,00	42,18
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-14+28)	6,72	563,00	48,82
Sabugo de Milho (Natural)	(-28+48)	6,82	580,67	47,21
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-28+48)	6,72	598,67	45,58
Sabugo de Milho (Natural)	(-48+100)	6,80	400,00	63,64
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-48+100)	6,75	597,00	45,73
Sabugo de Milho (Natural)	(-100)	6,74	387,00	64,82
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-100)	6,70	481,67	56,21

Tabela 02. Valores de pH, turbidez e percentual de remoção após os ensaios de adsorção com 5 g de sabugo de milho.

Adsorvente	Granulometria (mesh)	pH	Turbidez (NTU)	Remoção (%)
Sabugo de Milho (Natural)	(-14+28)	6,70	84,10	92,35
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-14+28)	6,69	495,67	54,94
Sabugo de Milho (Natural)	(-28+48)	6,70	174,00	84,18
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-28+48)	6,70	371,67	66,21
Sabugo de Milho (Natural)	(-48+100)	6,83	113,00	89,73
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-48+100)	6,67	561,33	48,97
Sabugo de Milho (Natural)	(-100)	6,77	225,33	79,52
Sabugo de Milho (Hidrofobizado)	(-100)	6,67	365,00	66,82

Conclusões

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que os sabugos de milho triturados apresentaram resultados satisfatórios na remoção de turbidez do efluente oleoso sintético, porém, a hidrofobização com cera de carnaúba não contribuiu para um aumento no potencial de adsorção desse tipo de material, tornando-se dispensável nesse caso específico. Os ensaios de adsorção com 5 g dos sabugos mostraram uma maior remoção em ambas as formas (natural e hidrofobizado) em comparação aos realizados com 3 g nas mesmas faixas granulométricas, portanto, a massa de sabugo utilizada influenciou na remoção de turbidez do efluente oleoso. O maior percentual de remoção (92,3%) foi obtido com 5 g do sabugo de milho triturado na forma natural, na maior faixa granulométrica.

Através das análises do pH realizadas no fluido, observou-se que não ocorreu variação no meio, pois antes e após o contato com os sabugos de milho o meio permaneceu ácido tendendo a neutro. O sabugo de milho triturado apresentou bom resultado na remoção de turbidez de efluente oleoso e, esse potencial o torna um material interessante para ser testado no tratamento de água produzida.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal Rural do Semi-Árido -UFERSA.

Referências Bibliográficas

AMARAL, P. S., GUIA, J. S. A. da, SILVA, G. S. da S. **Aplicação de biomassas no processo de adsorção no tratamento da água produzida de petróleo.** Cadernos de Graduação. Alagoas, v. 5, n. 2, p. 131-140. 2019.

BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS. Tabela de dados - Produção e balanço de oferta e demanda de grãos - 10º Levantamento - Safra 2023/24, segundo Conab. 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em 18/07/2024.

BORBA, L. L. S.; OLIVEIRA, M. F. D.; MELO, M. A. F.; MELO, D. M. A.; PERGHER, S. B. C. **Preparação de adsorventes à base de materiais naturais hidrofobizados com cera de carnaúba.** Perspectiva, Erechim, v. 37, n. 139, p.37-46, 2013.

COELHO, G. F.; GONÇALVES JR, A. C.; SOUSA, R. F. B., SCHWANTES, D.; MIOLA, A. J.; DOMINGUES, C. V. R. **Uso de técnicas de adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em águas.** Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.3, n. especial, p. 291-317, 2014.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 430, de 2011.

DIOGENES, A. V. G.; BRASIL DELGADO, R. C. O.; ALMEIDA, C. S.; FERREIRA, D. A. C.; LOPES, J. O.; MARTINS, A. F.; SILVA, F. W. M. **Uso de casca de abacaxi para remoção de turbidez de efluente oleoso** In: Rio Oil & Gas Expo and Conference, 2022.

NEFF, J.; LEE, K.; DeBLOIS, E.M. **Produced water: Overview of composition, fates and effects.** Cap. 1 In: Produced water, environmental risks and advances in mitigation technologies. Lee, K. & Neff, J. (eds.). Springer Science, 608p. 2011-a.

PEREIRA, M. V. C.; ALMEIDA, C. S.; BRASIL DELGADO, R. C. O.; CORIOLANO, A. C. F.; ARAUJO, A.S. **Avaliação da eficiência do epicarpo da laranja (Citrus Sinensis) na remoção de turbidez de fluido oleoso** In: 10º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 2019.

SNA-SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Condições climáticas impactam os cultivos da 2ª safra e de inverno 2023/2024, 2024. Disponível em: <https://sna.agr.br/condicoes-climaticas-impactam-os-cultivos-de-2a-safra-e-de-inverno-da-safra-2023-2024/>. Acesso em 10/07/2024.

SILVA, D. C. da; WANDERLEY NETO, A. de O.; PERES, A. E. C.; DANTAS NETO, A. A.; 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, Elsevier BV. 2020.

SOUZA, E. F. F. da S.; SOUZA, E. F. da S.; SILVA, L. D. B. da; RESENDE, C. G. F.; NASCENTES, A. L. **Avaliação da capacidade adsorptiva do sabugo de milho triturado.** Braz. J. Anim. Environ. Res., Curitiba, v. 2, n. 4, p.1174-1190, jul./set. 2019.