

USO DE COMPÓSITO NANESTRUTURADO PRA REMOÇÃO DE MANCHAS DE PETRÓLEO E O ÓLEO QUEIMADO EM SISTEMAS HÍDRICOS

Ana L. E. Romão^{1*}; Erika N. Lanzarin¹; Rodrigo N. S. Borba¹; Mona L. M. de Oliveira¹; Carlucio R. Alves¹.

¹Universidade Estadual do Ceará, Av. Dr. Silas Munguba 1700, taperi, Fortaleza - CE, 60714-903
(*anaeufrazio@yahoo.com.br)

Palavras-Chave: bambu, petróleo, adsorção

Introdução

Descargas crônicas e derramamentos de óleo representam importantes fontes de contaminação ambiental dos recursos hídricos, podendo ser devastadores para regiões afetadas (Karthick et al., 2019). Esse tipo de desastre representa um grande risco tanto ao ecossistema (fauna e flora marinhas), como também à saúde de toda a população costeira exposta, a qual pode ser representada por pescadores (marisqueiras), banhistas, trabalhadores/as das praias, turistas e consumidores de peixes e frutos do mar. Esse tipo de desastre tem potencial para afetar também a economia, pois compromete o sustento das comunidades tradicionais pesqueiras dentre outras (Soares et al., 2020)

Na recuperação de águas contaminadas existem vários métodos de tratamento, tais como tais como, coagulação, floculação, adsorção, filtração por membrana, degradação foto/biológica, oxidação química, dentre outros. Contudo, a maioria dos métodos citados, além de não removerem completamente os contaminantes, os equipamentos utilizados nas técnicas são de alto custo, bem como, consomem bastante energia elétrica e reagentes. Nesse cenário a adsorção, principalmente usando biomassa como adsorvente (biossorção), desponta como promissor método alternativo de remediação já que o Brasil produz diversos subprodutos agroindustriais que normalmente seriam descartados. A biossorção é uma solução menos onerosa, com elevada seletividade e eficiência, além de se tratar de matéria prima renovável e biodegradável (Beltran et al., 2020; Chemimi et al., 2020; Franco et al., 2015)

Recentemente, os cientistas têm concentrado as atenções no estudo da incorporação de nanoestruturas na superfície de biomateriais adsorventes a fim de aumentar a eficiência de adsorção, a estabilidade térmica, mecânica e força desses materiais (Elgamal et al., 2023). Em busca desse melhoramento, as nanopartículas de magnetita (MNPs) tem sido os preferenciais alvos de estudos, considerando as dimensões de suas partículas, a alta relação entre área de superfície e volume, por serem atóxicos, apresentarem alto grau de biocompatibilidade e devido a propriedade de serem prontamente isoladas de soluções aquosas quando submetidas à influência de um campo magnético externo (Kumar et al., 2010). Logo, a incorporação de MNPs à biomassa do bambu pode se converter numa excelente via de desenvolvimento de materiais nanoadsorventes de base magnética seguros e eficazes na remoção de contaminantes em solução. A complexação de nanopartículas magnéticas (Fe₃O₄) na biomassa tem como finalidade principal promover a geração de propriedades paramagnéticas à biomassa, facilitando a remoção do complexo adsorvente-contaminante do meio aquoso por meio da aplicação de campo magnético.

Nesse contexto, o bambu é uma excelente fonte de biomassa, já que é uma gramínea perene, com boa produtividade e sem necessidade de replantio. No mundo existem 1.439 espécies de bambus, distribuídas em 116 gêneros. O Brasil, é o país da América Latina com a

maior diversidade de espécies. Como matéria prima é utilizado na fabricação de casas, ferramentas agrícolas, artesanato e móveis (Vale et al., 2017).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial do biocompósito nanoestruturado a base da biomassa de bambu (*Phyllostachys aurea*) como bioissorvente para o tratamento de mancha de petróleo em água natural e do mar.

Material e Métodos

OBTENÇÃO DE BIOSSORVENTE NANOESTRUTURADO

Na a obtenção da biomassa nanomagnetizada utilizou-se a metodologia proposta por Barreto et al., (2012) et al (2011). Foi utilizado o método da co-precipitação dos sais de Fe^{2+} (4.2 g) and Fe^{3+} (8.4 g) (FeSO_4 II e FeCl_3 III) em ambiente básico (hidróxido de amônia P.A 38%), agitação constante e à temperatura de 70°C durante 60 minutos.

ENSAIOS DE ADSORÇÃO UTILIZANDO ÁGUA NATURAL E ÁGUA DO MAR

No estudo foram utilizadas água de abastecimento e do mar, tendo em vista estudar possibilidades de tratamento de petróleo em ambientes marinhos. A água marinha foi coletada na praia do Havazinho, localizada em Fortaleza – CE.

Nos ensaios foram utilizados 1mL de petróleo e 0,05 de óleo para 50, 60, 70 e 80 mg de biomassa de bambu. Os testes foram realizados em sextuplicata, para água do mar e natural. Acrescentou-se 1 ml de água em 6 placas de Petri. Em seguida foram despejados o petróleo e óleo queimado sobre a água. Posteriormente despejou-se a biomassa sobre a mancha de petróleo. Então utilizou-se um ímã de neodímio envolto no papel alumínio e procedeu-se a remoção do complexo biomassa ou biocompósito e óleo. Na etapa seguinte, o papel alumínio contendo o óleo, a biomassa ou biocompósito e água foram colocadas no dessecador. Em todas as etapas descritas foi realizada a aferição de peso e o valor destes foram anotados a fim de contabilizar os pesos iniciais e finais para posterior comparação. Para realização do estudo de reuso o ensaio de sorção foi processado conforme descrito anteriormente, acrescentando-se ao processo a etapa de extração dos óleos a partir da exposição do complexo, BBNP contendo os óleos adsorvidos, ao calor de 40 °C em estufa ou exposição ao solvente tolueno (Toluol) PA ACS.

A contabilização do volume e do percentual de petróleo e óleo adsorvidos foram determinados a partir das equações a seguir:

a)
$$Q_{oa} = m_t - (m_a + m_{oa})$$

b)
$$Q_{\%} = (m_{oa} * 100\%) / m_{oi}$$

Onde: Q_{oa} é a quantidade de óleo adsorvido, m_t a massa total adsorvida (óleo + água), m_a a massa de água adsorvida, m_{oa} a massa de óleo adsorvido, $Q_{\%}$ o percentual de óleo adsorvido, m_{oi} a quantidade de óleo inicial.

Resultados e Discussão

A síntese, utilizando 15 gramas de biomassa do bambu e 10 gramas de magnetita apresentou rendimento de 13,163 gramas de BBNP, o que representa eficiência de 52% de aproveitamento.

Os resultados mostram que o BBNP é excelente biossorvente para remoção de petróleo da superfície de água natural, tendo potencial de sorção máximo de 0,374 g de petróleo e 1,114 g de água, a partir da utilização de 0,05 g de adsorvente, representando a capacidade de adsorver 18,32 vezes o a própria massa. Na figura 1 é possível observar o processo de remoção da mancha de óleo da superfície de água antes e depois da sorção.

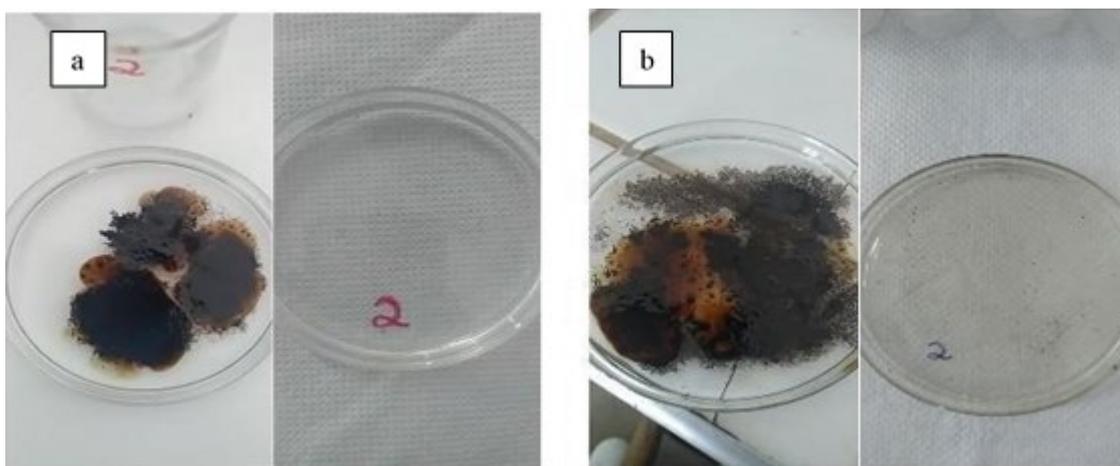


Figura 1. À esquerda, a imagem “a” exibe o processo de sorção de petróleo antes e depois do tratamento pelo adsorvente e em “b” a sorção de óleo queimado utilizando biocompósito nanoestruturado de bambu (BBNP).

Na remoção de óleo queimado, as análises demonstraram que o biocompósito apresenta elevada capacidade de sorção, tendo removido 0,536 g de óleo da superfície de água natural a partir da utilização de 0,08 g de BBNP (Figura 2). Os dados revelam que o potencial máximo de sorção do biocompósito, para remoção de óleo queimado em água do mar, ficou em 0,536 g, para 50 mg de dose, revelando que a salinidade da água do mar não interfere no processo de remoção desse contaminante sobre a superfície da água. Ver figura 3.

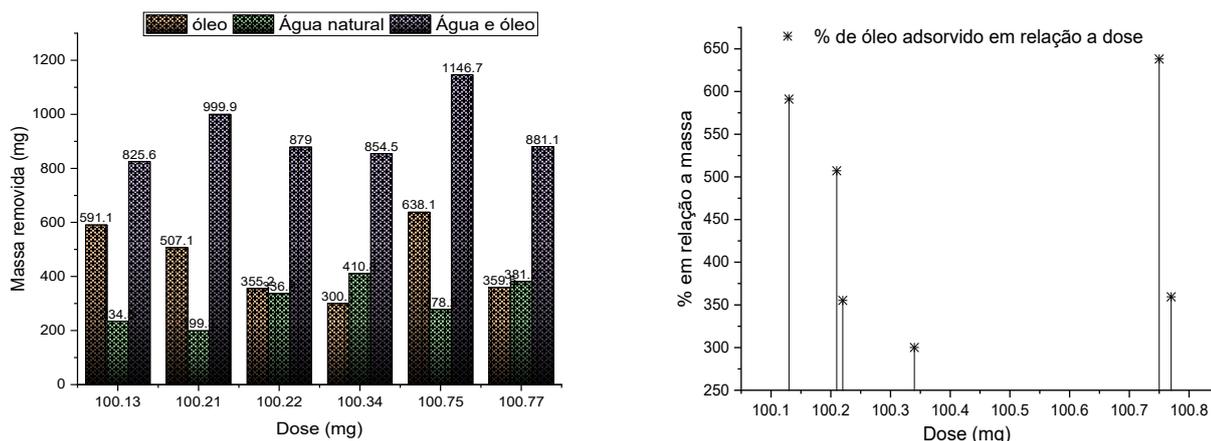


Figura 2. Massa de petróleo, água natural adsorvidas por biomcompósito de bambu nanoestruturado-BBNP (esquerda) e % adsorvido em relação a dose de BBNP (direita).

O potencial de remoção de óleo da superfície de água do mar, utilizando 0,05 g, o bicomposto foi capaz de adsorver 0,505 g de petróleo e 0,503 g de água, representando 1,08 g em massa, o que significa que o biocompósitos tem capacidade de adsorver até 23,58 vezes a própria massa. Quando foi utilizado 0,1 g de BBNP o ensaio também revelou excelente potencial de sorção, tendo adsorvido 100% do óleo utilizado em todos os ensaios, revelando adsorção máxima de 0,927 e 0,298 g de água e de petróleo, respectivamente, o que totaliza uma massa de 1,02 g de arraste, tendo adsorvido massa equivalente a 20,4 vezes o seu peso, conforme Figuras 2 e 3.

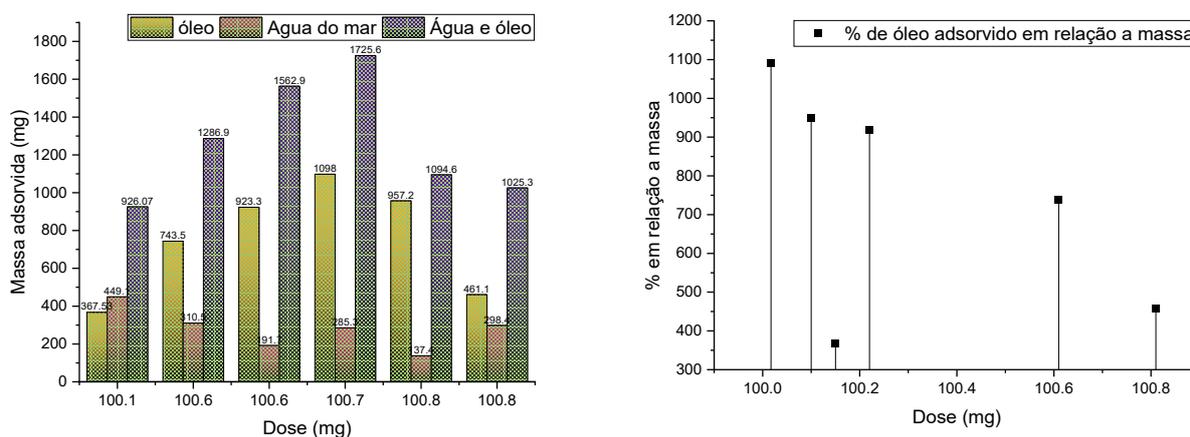


Figura 3. Massa de petróleo e água do mar adsorvidas por biomcompósito de bambu nanoestruturado - BBNP (esquerda) e % adsorvido em relação a massa de BBNP (direita).

O estudo de reuso do material demonstrou, aparentemente, melhoria na sua capacidade de sorção, fator que pode estar associado ao aumento da hidrofobicidade do material, considerando que o mesmo adsorva menos água e mais óleo. Em relação a utilização de solvente foi verificado melhoria do processo de sorção em relação a metodologia em que utilizou o calor como mecanismo de extração. Apesar do processo de melhoria só foram realizados dois ciclos de sorção. Ver Tabela 1.

Tabela 1. Estudo dos ciclos de reusos do biocompósito do bambu utilizando solvente toluol e utilizando aquecimento 40 °C.

	C/ SOLVENTE TOLUOL			S/ SOLVENTE 40 °C		
	Dose (g)	Óleo adsorvido (g)	% adsorvido em relação a dose	Dose (g)	Óleo adsorvido (g)	% adsorvido em relação a dose
Ciclo 1	76.033	433.77	570.4956	239.5	433.7667	181.1134
Ciclo 2	65.9	542.3	822.9135	157.03	509.767	324.6235

. A presente pesquisa revelou que o material estudado tem elevado de potencial de remoção de petróleo e óleo queimado tanto em água natural quanto água do mar e que mesmo na menor dose é possível remover quantidades substanciais de óleo. Durante o estudo todo petróleo e óleo queimado despejados sobre a superfície da água natural e do mar foram removidos por BBNP. Contudo, o estudo foi encerrado sem fosse esgotado a capacidade de remoção de petróleo ou óleo queimado.

Conclusões

A utilização BBNP no o processo de biossorção de manchas de petróleo provou ser um método bastante eficiente, alcançado remoção de 100% do óleo utilizado e revelando adsorção máxima de 0,927 e 0,536 g de água e de petróleo, respectivamente, tendo sido capaz de realizar o arraste de massa de 1,02 g de adsorvato, tendo adsorvido massa equivalente a 20,4 vezes o seu peso, considerando 50 mg de adsorvente. A remoção ocorreu de forma eficiente para ambos os óleos. O estudo de reuso demonstrou ser favorável ao aumento na capacidade de sorção de petróleo para as duas metodologias de remoção de óleo do adsorvente, sendo viável a reutilização do biocompósito em dois ciclos ou mais ciclos. Contudo, é mais vantajoso o processo de extração de óleo de BBNP pelo uso de solvente, já que favorece percentual de remoção de óleo superior à extração por calor.

Agradecimentos

Agradecemos o suporte financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico- Rede Verdes (Funcap), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências

- Barreto, A. C. H., Maia, F. J. N., Santiago, V. R., Ribeiro, V. G. P., Denardin, J. C., Mele, G., Carbone, L., Lomonaco, D., Mazzetto, S. E., & Fechine, P. B. A. (2012). Novel ferrofluids coated with a renewable material obtained from cashew nut shell liquid. *Microfluidics and Nanofluidics*, 12(5), 677–686. <https://doi.org/10.1007/s10404-011-0910-6>
- Beltran, L. B., Januário, E. F. D., Araújo, L. A. de, Souza, A. C., Meloni, C. E. P., Magiero, P. E., Bergamasco, R., & Vieira, A. M. S. (2020). Processo de biossorção de corante utilizando casca de tangerina (citrus reticulata). *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 41760–41771. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-641>
- Chemimi, R., Khellouf, M., Kerraou, I., & Khodjaoui, N. (2020). Formulation of Commercial Diesel Fuel at Low Sulfur Content Using the Mixture Design. *Journal of Chemical Science and Chemical Engineering*, 1(2), 28–54. <http://www.journalofchemistry.net>
- Elgamal, A. M., Abd El-Ghany, N. A., & Saad, G. R. (2023). Synthesis and characterization of hydrogel-based magnetite nanocomposite adsorbents for the potential removal of Acid Orange 10 dye and Cr(VI) ions from aqueous solution. *International Journal of Biological Macromolecules*, 227, 27–44. <https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2022.12.110>



Franco, C. C., Castro, M. M. de, & Walter, M. E. (2015). Estudo das cascas de banana das variedades prata, caturra e maçã na bioissorção de metais pesados gerados pelos efluentes dos laboratórios do centro universitário de Belo Horizonte. *E-Xacta*, 8(1). <https://doi.org/10.18674/exacta.v8i1.1472>

Karthick, A., Roy, B., & Chattopadhyay, P. (2019). A review on the application of chemical surfactant and surfactant foam for remediation of petroleum oil contaminated soil. *Journal of Environmental Management*, 243, 187–205. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.092>

Kumar, R., Inbaraj, B. S., & Chen, B. H. (2010). Surface modification of superparamagnetic iron nanoparticles with calcium salt of poly (γ -glutamic acid) as coating material. *Materials Research Bulletin*, 45(11), 1603–1607. <https://doi.org/10.1016/J.MATERRESBULL.2010.07.017>

Soares, E. C., Silva, C. A., Cruz, M. A. S., Santos, E. L., Oliveira, T. R., Silva, T. de J., Rial, E. P., Silva, R. N., & Silva, J. V. (2020). Expedition on the Lower São Francisco: An X-ray of fisheries and agriculture, pollution, silting and saline intrusion. *Brazilian Journal of Development*, 6(1), 3047–3064. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-221>

Vale, A. T. do, Moreira, A. C. de O., & Martins, I. S. (2017). Avaliação do Potencial Energético de *Bambusa vulgaris* em Função da Idade. *Floresta e Ambiente*, 24, 123314. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.123314>