

CLEAN WAVE – UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A ADSORÇÃO DE PETRÓLEO

Heitor Luís Colli Silveira¹, Iasmin Trajano de Miranda² e Matheus Nascimento Maciel³

Eliege Aparecida de Paiva (Orientadora)
Anderson Gotardo (Coorientador)

Escola SESI João Ubaldo Ribeiro – ESJUR, Avenida Tancredo Neves, 1105-1195 - Loteamento Lea Cordeiro, Luís Eduardo Magalhães – BA, Brasil.

iasmintrajanodemiranda426@gmail.com

INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões ambientais têm despertado interesse crescente, e diversas pesquisas se dedicam a desenvolver soluções para os desafios ecológicos contemporâneos. Dentre os desafios ambientais, está o descarte inadequado de resíduos e os derramamentos de petróleo, têm impulsionado pesquisas sobre soluções sustentáveis. Pois, derramamentos de petróleo no oceano são particularmente prejudiciais, podendo comprometer a fauna marinha ao causar asfixia e até intoxicação.

A partir de evidências, Whitte et al. (2023) destacam a viabilidade econômica de fibras naturais para mitigar esses impactos, com foco na *Calotropis procera*, uma espécie invasora do cerrado brasileiro, que se mostra eficaz na adsorção de substâncias oleosas, oferecendo uma alternativa promissora para recuperar ecossistemas aquáticos sensíveis. Essa característica diferenciada torna a planta um material com potencial para a criação de soluções para a remoção de óleo de ecossistemas marinhos (CAO et al., 2018; ZHENG et al., 2016). Uma alternativa promissora para enfrentar esse desafio surgiu com o uso da *Calotropis procera*, uma planta com propriedades hidrofóbicas naturais. Suas fibras possuem a capacidade de adsorver substâncias oleosas, incluindo petróleo, sem absorver água, o que permite que apenas os óleos fiquem retidos na superfície da fibra enquanto a água passa livremente.

OBJETIVO

Desenvolver uma solução eficiente para o problema dos derramamentos de petróleo e óleo nos oceanos.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi realizado no laboratório de Ciências da Natureza da Escola SESI João Ubaldo Ribeiro, no município de Luís Eduardo Magalhães, BA. Para a realização dos testes de adsorção de óleos com a fibra de *Calotropis procera*, foram utilizados os seguintes materiais: 3 biquéters de 1 litro, preenchidos com 450 ml de água em cada um, 45 gramas de sal, diluídas proporcionalmente nos três béqueres. Béqueres de tamanhos menores para armazenamento das substâncias oleosas correspondentes a: 150 ml de óleo de soja, 150 ml de óleo de motor novo e 150 ml de óleo de motor usado, sendo mais denso que os demais óleos e que mais semelhante ao petróleo, 50 gramas de fibras secas de *Calotropis procera*, 3 pinças para manuseio das fibras durante os testes e balança de precisão para pesagem dos materiais e padronização das amostras em todas as etapas.

Os materiais e os procedimentos usados neste projeto incluem a coleta e preparo das fibras de *Calotropis procera*, além dos testes de adsorção com diferentes tipos de óleos. Os métodos principais envolveram a coleta da planta, identificação da espécie, preparo e caracterização das fibras, seguidos dos testes experimentais em de sorção e seletividade da fibra realizados em laboratório.

Coleta da *Calotropis procera*: Os frutos da planta foram coletados na região do Cerrado, na cidade de Luís Eduardo Magalhães, localizada no oeste da Bahia, Brasil. A coleta foi feita enquanto os frutos ainda estavam íntegros, evitando a dispersão natural das fibras pelo vento. Após a coleta, as fibras, ou tricomas, foram secas à temperatura ambiente por sete dias e, então, armazenadas em embalagens do tipo zip lock junto com as sementes. Após esse período, as sementes foram separadas manualmente das fibras, que foram novamente acondicionadas em embalagens herméticas.

Identificação da Espécie: A confirmação da espécie *Calotropis procera* foi realizada pelos alunos participantes do projeto de iniciação científica da escola SESI João Ubaldo Ribeiro. A herborização botânica seguiu o método clássico descrito por Fidalgo e Bononi (1989). O material botânico foi disposto em folhas de jornal e, para secagem, foi prensado entre folhas de papelão utilizando uma prensa de madeira. A secagem ocorreu em uma estufa, composta por uma câmara de madeira equipada com lâmpadas, mantendo a temperatura em aproximadamente 60 °C durante 72 horas. A caracterização da fibra de *Calotropis procera* foram determinadas pelo teor de umidade.

Teor de Umidade: Para medir a umidade da fibra, foi utilizado o método gravimétrico conforme a norma ASTM E1756-08 (2015). As fibras foram secas em 25 °C por 72 horas, utilizando uma amostra de 0,5g. Após a secagem, as amostras foram resfriadas em temperatura ambiente, e a massa seca final foi determinada.

Hidrofobicidade e Molhabilidade: Para verificar as propriedades hidrofóbicas e de molhabilidade da fibra, foram realizados ensaios de contato com água. Inicialmente, algumas gotas de água foram aplicadas sobre a superfície da fibra e mantidas sob observação por 1 hora para verificar a afinidade com a água (hidrofilia).

Em seguida, uma gota dos óleos (óleo de soja, óleo de motor usado e óleo de motor novo) foram aplicadas sobre a fibra para avaliar a interação e verificar o caráter hidrofóbico das fibras, segundo o método descrito por Patowary et al. 2016.

Confecção do protótipo: Foram utilizados materiais recicláveis como: 4 canos de PVC lixados com 30 centímetros de comprimento e unidos por joelhos também de PVC. Nas extremidades foram fixadas duas rebças, abaixo e sobre a fibra planificada da *Calotropis procera*, prendendo a fibra da planta para que fique na superfície em contato com a água no nível mar e do óleo. Na parte inferior possuirá 4 garrafas pet para auxiliar na flutuação das boias e nas outras duas extremidades haverá cordões para conectar com outras boias. O tamanho do projeto pode variar de acordo com o local de aplicação, contanto que todos os materiais variem de tamanho e/ou quantidade proporcionalmente iguais.

RESULTADOS

Os testes com a fibra seca de *Calotropis procera* mostraram resultados promissores em relação à capacidade de adsorção de diferentes óleos, selecionados conforme suas características de densidade e afinidade com a fibra hidrofóbica da planta. Do mesmo modo, resultados semelhantes foram observados em pesquisas realizadas por Anjos et al. (2020,2021) e Hilário et al. (2019) ao estudarem o potencial da fibra da *Calotropis procera*, descobriram suas propriedades de adsorção de óleo. Segundo os autores para aprimorar as propriedades ou mudar as características das fibras naturais e da biomassa elas podem ser submetidas a métodos químicos e físicos, tornando-as um produto com novas propriedades hidrofóbicas-oleofílicas e alta capacidade de adsorção de óleo.

A capacidade de adsorção foi avaliada em três tipos de óleo: óleo de motor usado com maior semelhança em textura ao petróleo, óleo de motor novo e óleo de soja. No teste com óleo de motor usado, a fibra apresentou uma adsorção rápida e eficiente, que ocorreu quase instantaneamente ao contato (Figura 1). Esse comportamento pode ser explicado pela alta densidade do óleo usado, semelhante à densidade do petróleo, facilitando a adsorção devido à afinidade entre a densidade do óleo e a característica hidrofóbica da fibra.

CONCLUSÃO

A criação da boia de adsorção com fibras de *Calotropis procera* apresenta-se como uma solução eficaz e inovadora para mitigar os impactos de derramamentos de petróleo no ambiente marinho. A planta, além de possuir alta capacidade de adsorção de substâncias oleosas, é de fácil acesso e manuseio, tornando-se uma alternativa viável para a recuperação de áreas poluídas.

O projeto Clean Wave, ao utilizar materiais recicláveis na confecção das boias, incentiva a sustentabilidade e a reciclagem, oferecendo uma solução econômica e de baixo custo que pode ser implementada de forma prática.

Assim, essa abordagem contribui de maneira significativa para a preservação do ecossistema marinho e demonstra a importância de desenvolver soluções sustentáveis e responsáveis para a proteção do meio ambiente, promovendo também a conscientização sobre o uso cuidadoso dos recursos naturais.

AGRADECIMENTO

Ao Serviço Social da Indústria (SESI) e ao Instituto Euvaldo Lodi (IEL), pela concessão de bolsa aos autores.

Estudos anteriores indicam que a *Calotropis procera* possui propriedades semelhantes a outras fibras lignocelulósicas, sendo capaz de adsorver substâncias oleosas densas devido à sua estrutura única (WANG et al., 2018). Sugerindo, desse modo que a fibra pode ser especialmente útil em ambientes que exigem a remoção rápida e eficaz de óleos densos, como no caso de derramamentos de petróleo. Na figura 2, observa-se como a fibra adsorve com maior facilidade o óleo de motor usado quando comparado aos demais óleos utilizados.



Figura 1: Óleo de motor usado juntamente com água e Figura 2: Óleos adsorvidos pela fibra de *Calotropis Procera* (Foto tirada por Iasmin Trajano)

Para o óleo de motor novo, a fibra também demonstrou boa capacidade de adsorção, porém com eficiência levemente inferior à observada com o óleo usado (Figura 3). Isso pode ser atribuído à menor densidade do óleo novo e às diferenças na sua composição química, que se altera com o uso, tornando o óleo mais viscoso e, portanto, mais compatível com as fibras (KHAYET et al., 2013).

A capacidade de adsorção foi parcialmente mantida, mas com uma ligeira redução na velocidade e na quantidade de óleo adsorvido em comparação ao óleo usado. Em relação ao óleo de soja, a fibra apresentou menor eficiência de adsorção, principalmente por se tratar de uma substância menos densa (Figura 4).



Figura 3: Óleo de motor novo juntamente com água e a fibra de *Calotropis Procera* e Figura 4: Teste da fibra em Becker com óleo de soja. (Foto tirada por Iasmin Trajano)

Após a remoção da fibra da solução, observou-se que uma quantidade significativa de óleo escorreu, indicando que a retenção foi menos eficaz do que nos óleos de motor.

Estudos apontam que fibras hidrofóbicas tendem a ter menor afinidade com óleos vegetais menos densos, pois esses óleos se espalham com maior facilidade em vez de serem completamente adsorvidos pela fibra (KUMAR et al., 2020).

Segundo, De Paula et al. (2020) a capacidade da *Calotropis Procera* é alta com atuações em diferentes pontos sendo benéfica nos setores da química, pois em suas pesquisas observou que a fibra é bastante eficaz na remoção de óleo em superfícies aquosas e solos como também na produção de biochar para diversos usos como adsorção de metais pesados até uso na agricultura para fertilizar o solo.

Smith et al. (2023), que também estudaram a utilização da *Calotropis procera* como esponja natural para a remoção de óleos, destacam que as fibras hidrofóbicas dessa planta demonstraram uma elevada capacidade de adsorção para derivados de petróleo em ambientes aquáticos, devido à sua alta afinidade com substâncias oleosas densas.

Sendo esse, mais um estudo na literatura que reforça o uso de materiais hidrofóbicos naturais pode ser eficaz em operações de limpeza em derramamentos de petróleo, por suas propriedades oleofílicas e a sustentabilidade ambiental da fibra usada.

Esses resultados destacam o potencial da *Calotropis procera* como um material promissor para a adsorção de óleos de maior densidade e viscosidade, como os derivados de petróleo. A fibra se mostra eficiente para uso em derramamentos de óleo em ambientes marinhos, onde a necessidade de adsorção rápida de substâncias tóxicas e densas é essencial para a proteção dos ecossistemas.

O projeto Clean Wave, ao empregar materiais recicláveis na estrutura das boias, integra princípios de sustentabilidade e economia circular, propondo uma solução de baixo custo que pode ser facilmente aplicada em diferentes cenários de derramamentos.

O uso dessas boias representa uma alternativa eficaz que alia desempenho funcional à responsabilidade ecológica, promovendo também a conscientização sobre a gestão e o uso adequado dos recursos naturais.

Ao utilizar uma planta invasora como recurso para a remoção de substâncias oleosas do mar, o projeto contribui para reduzir impactos ambientais sem causar novos danos.

Este estudo ainda, destaca a importância da pesquisa aplicada em busca de soluções inovadoras para crises ambientais, reforçando a necessidade de iniciativas que promovam a saúde dos ecossistemas marinhos.

REFERÊNCIAS

- FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnica de coleta, preservação e herborização de material botânico**. São Paulo: [s.n.], 1989. 62 p. (Série Documentos).
- GARCIA, A. B.; OLIVEIRA, C. D. Estudo da eficácia da *Calotropis procera* na absorção de óleo marinho. **Revista Brasileira de Biologia Marinha e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 112-125, 2022.
- SMITH, J. et al. Utilização da *Calotropis procera* como esponja natural para limpeza de óleo no mar. **Journal of Marine Science**, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2023.
- WHITE, S. et al. **Avaliação da viabilidade econômica da utilização da esponja natural de *Calotropis procera* na limpeza de derramamentos de óleo**. Instituto de Pesquisa Ambiental, Relatório Técnico, 2023.
- ZHENG, Y.; ZHU, Y.; WANG, A.; HU, H. Potential of *Calotropis gigantea* fiber as an absorbent for removal of oil from water. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 387-390, 2016.
- ZHENG, Y.; CAO, E.; ZHU, Y.; WANG, A.; HU, H. Perfluorosilane treated *Calotropis gigantea* fiber: Instant hydrophobic-oleophilic surface with efficient oil-absorbing performance. **Chemical Engineering Journal**, v. 295, p. 477-483, 2016.