

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

REMOÇÃO DE HIDROCARBONETOS EM MEIO AQUOSO COM USO DE BIOMASSAS

Antônio Rony da Silva Pereira Rodrigues

Química, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil
Ronny346silva@gmail.com

Resumo: A indústria petrolífera é responsável por graves impactos aos ecossistemas, decorrente da cadeia de exploração e refino do petróleo, bem como por problemas de derramamento de petróleo e seus derivados. Os hidrocarbonetos são tóxicos e perigosos a saúde humana e animal, no meio ambiente as camadas de hidrocarbonetos impedem a respiração e entrada luz nos ambientes aquáticos. O presente estudo buscou através da literatura propor uma síntese dos principais estudos que agregam conhecimentos relevantes sobre o potencial de biomassas na adsorção de compostos de hidrocarbonetos em meio aquoso. A busca foi realizada através das fontes primárias de pesquisa: Scopus, CAB -Direct, CiteSeerX e ScienceDirect, através de conjuntos de termos, junto aos operadores booleanos AND e OR. Os resultados demonstraram que múltiplas espécies de plantas, algas, fungos e bactérias podem auxiliar na remoção de compostos de hidrocarbonetos em meio aquoso. Espécies do gênero *Pseudomonas*, representa o principal gênero fúngico descrito na literatura como potencial biomassa adsorvente. A espécie de alga marinha *Halodule uninervis*, também se destaca por possuir alta taxa de adsorção de compostos de hidrocarbonetos em meio aquoso, testes em ambiente controlado de temperatura, dosagem e pH demonstraram taxas de 98,8% na remoção de hidrocarbonetos totais. O avanço e difusão do conhecimento sobre a temática é essencial, para manter a segurança dos recursos hídricos, protegendo a saúde do meio ambiente, humana e animal.

Palavras-chave: Adsorção, Biomassa, Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

A busca por produção de energia e a industrialização fez que os hidrocarbonetos se destacassem como a principal fonte de combustíveis e de geração de energia no planeta, principalmente o petróleo. A indústria

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

petroleira, por ter risco para o ambiente, é motivo de preocupação para sociedade geral. Uma das maiores catástrofes ambientais que podem acontecer são os grandes derrames de petróleo, principalmente quando estes ocorrem em regiões costeiras (PALADINO, 2000).

O processo de exploração do petróleo envolve atividades de alto potencial poluidor, por fazer uso de tecnologias não sustentáveis nas etapas de exploração e refino, gerando resíduos não recicláveis e altamente tóxicos (ROGOWSKA; NAMIEŚNIK, 2010).

O derramamento ou resíduos da cadeia exploratória petrolífera pode ser danosa em muitos aspectos no território brasileiro, pois impacta na vida marinha, saúde humana e até no turismo. A conservação dos ecossistemas marinhos na região do nordeste brasileiro, estão ameaçados pela exploração de petróleo na região. Os impactos potenciais do petróleo incluem ameaças a fauna e flora da costa brasileira, podendo afetar o turismo nas praias da região (BERNADINO; SUMIDA, 2017).

Na necessidade de alternativas para tratar o meio ambiente dos hidrocarbonetos advindos da indústria petrolífera, inúmeros pesquisadores voltaram suas pesquisas para buscar novos meios através de formas naturais ou sintéticas para adsorção e remoção desses resíduos poluidores. Os métodos de adsorção se destacam por possuir alta seletividade molecular, permitindo a separação de vários componentes. A adsorção ocorre de uma superfície sólida exposta a um gás ou líquido, definida pelo enriquecimento do material ou aumento da densidade do fluido (FERREIRA, 2016).

A aplicação de biomassas vegetais recebeu destaques por apresentarem alta eficiência. O uso de biomassa de cana-de-açúcar é uma alternativa avaliada na adsorção de hidrocarbonetos por ser de baixo custo por se tratar de um resíduo agroindustrial pouco utilizável e amplamente produzido. As taxas de adsorção para bagaço de cana-de-açúcar apresentam níveis de até 83,4% na primeira hora de fluxo (LIMEIRA et al., 2021).

Tendo em vista a necessidade da ampliação dos conhecimentos acerca do uso de biomassas adsorventes na remoção de resíduos da indústria petrolífera e biorremediação de hidrocarbonetos em corpos d'água, o presente estudo buscou avaliar na literatura estudos relevantes sobre a temática e trazer uma abordagem geral sobre a eficiência das principais biomassas adsorventes de hidrocarbonetos.

2. METODOLOGIA

O presente estudo se trata-se de uma revisão de literatura. A revisão da literatura auxilia a delimitar o problema, buscar novas linhas de pesquisa, identificar trabalhos já realizados e evitar que o pesquisador faça mais do mesmo (BRIZOLA; FANTIN, 2016). Inicialmente para realização da busca por

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

trabalhos na literatura foi proposta a seguinte pergunta norteadora para o estudo: “Quais são as biomassas que podem ser aplicadas na remoção de compostos derivados de hidrocarbonetos em meio aquoso?”.

A busca por artigo foi realizada entre dezembro de 2022 e janeiro de 2023 nas bases de dados Scopus, CAB -Direct, CiteSeerX e ScienceDirect, as fontes primárias de pesquisa foram acessadas através do portal de periódicos da Capes (Periódicos CAPES). A pesquisa foi feita com uso dos conjuntos de termos: (“Biomass” AND “Hydrocarbon” AND “Removal of hydrocarbons” AND “Aqueous medium”) OR (“Hydrocarbon derivatives” AND “Water” AND “Hydrocarbon contamination”), OR (“Biomass adsorptives” AND “Removal in aqueous medium” AND “Hydrocarbon adsorption”), em língua inglesa e portuguesa.

Os artigos foram selecionados com a aplicação de critérios de inclusão, sendo incluídos trabalhos publicados entre 2019 e 2023, em qualquer idioma, que estivesse disponível na íntegra e respondesse à pergunta norteadora. Todos os trabalhos foram analisados através do software *Rayyan* (<https://rayyan.ai/>) para remoção das duplicatas e aplicação dos critérios de inclusão, posteriormente os artigos selecionados foram dispostos no *Microsoft Excel* para ser analisados as características específicas dos estudos e seleção dos artigos mais relevantes, que compõem esta revisão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo 206 estudos foram recuperados nas bases de dados, sendo 51 excluídos por possuir duplicação, 105 estudos foram excluídos na fase de leitura de títulos e resumos, por não se adequarem ao escopo do estudo, descreverem outros tratamentos que não envolvia biomassa ou hidrocarbonetos, 50 estudos foram lidos na íntegra, sendo selecionado 12 estudos que dentro do escopo do estudo e foram incluídos na realização da revisão final.

Na literatura diferentes biomassas são descritas como potencial material adsorvente para hidrocarbonetos e seus derivados em meio aquoso. Foi encontrado biomassas fúngicas como a de *Ophiostoma stenoceras*, bacterianas como *Pseudomonas veronii* e *Pseudomonas fluorescens* (CHENG et al., 2020; SMUŁEK et al., 2020). O uso de biomassas vegetais se destaca, com uso de biomassas de algas como *Enteromorpha intestinalis*, *Halodule uninervis*, *Gracilaria corticata* e *Scenedesmus abundans* (BOLEYDEI et al., 2018; NAZAL et al., 2022; LI et al., 2021; RAJAN et al., 2019). Outras espécies vegetais como a *Muraya paniculata* e *Trifolium alexandrinum* (MUKHOPADHYAY et al., 2023; KAUR; SHARMA, 2019).

Estudo utilizando biomassa da erva marinha *Halodule uninervis* em sistema água-petróleo em medidas de 10 mg do adsorvente com 10 mL de água contaminada com 9,2 mg/L de hidrocarbonetos totais de

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

petróleo (HTP). Os testes de efeito da dosagem de adsorvente foram investigados sobre concentrações 0,2, 0,4, 0,8, 1,0, 1,2 e 2,0 g/L de adsorvente com 25,0 mL de água contaminada com hidrocarbonetos com uma concentração de HTP de 5,2 mg/L a pH 7 e em temperatura ambiente (25°C). A biomassa de *Halodule uninervis* demonstrou efeito satisfatório para HTP, o aumento da dosagem de adsorvente de 0,2 g/L para 2,0 g/L aumentou a porcentagem de remoção de HTPs de 61,7% para 98,8%. A concentração inicial de HTP demonstrou influência na adsorção, a porcentagem de remoção de HTPs diminuiu quando a concentração inicial aumenta. Com aumento da concentração inicial de 4,3 para 22,5 mg/L, a porcentagem de remoção de HTP diminuiu de 95,5% para 50,0% (NAZAL et al., 2022).

Outro estudo avaliando a capacidade de adsorção da *Halodule uninervis* também revelou a capacidade adsorvente de hidrocarbonetos pela biomassa da alga marinha. As isotermas de adsorção medidas através do modelo Freundlich, dada pela equação:

$$q_e = K_f C_e^{1/n} \quad (1)$$

onde K_f (mg/g)(L/mg)^{1/n} e n são constantes de Freundlich, e q_e (mg/g) é a quantidade adsorvida por massa do adsorvente em equilíbrio. Os parâmetros lineares exibidos foram significativamente pequenos, com cerca de 9,34% e 14,05% para q_e e $1/n$, respectivamente (AKINPELU et al., 2021).

4. CONCLUSÃO

Após a análise da revisão, foi possível observar que múltiplas biomassas de diferentes fontes podem atuar como material adsorvente na remoção de hidrocarbonetos e seus derivados de recursos hídricos. O estudo dessas biomassas revelam a aplicação de compostos agroindustriais que comumente são descartados, agora sendo reciclados e aplicados com finalidade sustentável.

O presente estudo contribui com uma nova síntese sobre as biomassas adsorventes de hidrocarbonetos, que pode auxiliar como base de pesquisa bibliográfica de norteio para novos estudos sobre a temática, além de cooperar com a divulgação de conhecimento sobre o tema.

5. REFERENCIAS

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [1] PALADINO, E. E. **Modelagem matemática e simulação numérica de trajetórias de derrames de petróleo no mar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC, 2000.
- [2] ROGOWSKA, J.; NAMIEŚNIK, J. Environmental implications of oil spills from shipping accidents. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, 206, 95-114, 2010.
- [3] BERNADINO, A. F.; SUMIDA, P.Y.G. Deep risks from offshore development. **Science**, 358, 312, 2017.
- [4] FERREIRA, H. B. **Estudo dos processos de tratamento de água produzida de petróleo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, RN, 2016.
- [5] LIMEIRA, V. et al. Aplicação do bagaço de cana-de-açúcar para remoção de petróleo da água produzida. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas**, 7(1), 111-126, 2021.
- [6] BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos**, 3(2), 2016.
- [7] CHENG, Z.; FENG, K. E.; SU, Y.; YE, J.; CHEN, D.; ZHANG, S.; DIONYSIOU, D. D. Novel biosorbents synthesized from fungal and bacterial biomass and their applications in the adsorption of volatile organic compounds. **Bioresource Technology**, 300, 122705, 2020.
- [8] SMULEK, W.; ZDARTA, A.; GRZYWACZYK, A.; GUZIK, U.; SIWIŃSKA-CIESIELCZYK, K.; CIESIELCZYK, F.; KACZOREK, E. Evaluation of the physico-chemical properties of hydrocarbons-exposed bacterial biomass. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, 196, 111310, 2020.
- [9] BOLEYDEI, H.; MIRGHAFARI, N.; FARHADIAN, O. Comparative study on adsorption of crude oil and spent engine oil from seawater and freshwater using algal biomass. **Environmental Science and Pollution Research**, 25, 21024-21035, 2018.
- [10] NAZAL, M. K.; ILYAS, M.; GIJAPU, D.; ABUZAID, N. Treatment of water contaminated with petroleum hydrocarbons using a biochar derived from seagrass biomass as low-cost adsorbent: isotherm, kinetics and reusability studies. **Separation Science and Technology**, 57(15), 2358-2373, 2022.
- [11] LI, Y.; ZHU, C.; JIANG, J.; YANG, Z.; FENG, W.; LI, L.; HU, J. Catalytic hydrothermal liquefaction of *Gracilaria corticata* macroalgae: Effects of process parameter on bio-oil up-gradation. **Bioresource Technology**, 319, 124163, 2021.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

**SUSTENTARE
& WIPIS2023**

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [12] RAJAN, P. S.; GOPINATH, K. P.; ARUN, J.; PAVITHRA, K. G. Hydrothermal liquefaction of the biomass of *Scenedesmus abundans* spent for effluent oil waste sorption and post-hydrothermal liquefied effluent recycling studies. **Bioresource Technology**, 283, 36-44, 2019.
- [13] MUKHOPADHYAY, S.; DUTTA, R.; DHARA, A.; DAS, P. Biomonitoring of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by *Murraya paniculata* (L.) Jack in South Kolkata, West Bengal, India: spatial and temporal variations. **Environmental Geochemistry and Health**, 1-21, 2023.
- [14] KAUR, V.; SHARMA, P. Role of *Prosopis juliflora* biochar in poly-aromatic hydrocarbon remediation using *Trifolium alexandrinum* L. **SN Applied Sciences**, 1, 1-11, 2019.
- [15] AKINPELU, A. A.; NAZAL, M. K.; ABUZAID, N. Adsorptive removal of polycyclic aromatic hydrocarbons from contaminated water by biomass from dead leaves of *Halodule uninervis*: kinetic and thermodynamic studies. **Biomass Conversion and Biorefinery**, 1-13, 2021.