

PROSPECÇÃO PATENTEÁRIA DE BIOSSORVENTES UTILIZADOS PARA SORÇÃO DE ÓLEOS E DERIVADOS

Ana Carolina Lima Eyng Meirelles¹
Célia Karina Maia Cardoso²
Ícaro Thiago Andrade Moreira³
Ana Katerine de Carvalho Lima Lobato⁴

RESUMO

O petróleo é hoje umas das fontes de energia mais utilizadas no mundo inteiro, todavia, a sua forma de obtenção está sujeita a diversos tipos de acidentes, dentre eles, o derramamento do petróleo no ambiente marinho. Por isso, formas alternativas, sustentáveis e ambientalmente amigáveis, como a biossorção, vêm sendo estudadas para que a limpeza desse petróleo seja feita de forma eficaz e não agressiva. Neste trabalho foi feita uma prospecção de patente utilizando o banco de dados de patentes internacionais (*Espacenet*) e o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), onde foi analisado o crescimento das tecnologias realizadas ao longo dos anos. Como resultado, foi observado um aumento em relação ao número de invenções voltadas a utilização de biofibras para sorção de óleos e derivados. Além disso, a relação dos países que mais depositaram patentes, onde tem a presença de 4 países: China, Brasil, Japão e Estados Unidos. Foram analisados também os tipos de fibras utilizadas, onde se pode ver a fibra de algodão e a fibra de coco em um grande número de patentes.

Palavras-chave: Fibras naturais, óleo, biossorção, patentes.

INTRODUÇÃO

O petróleo é formado por um conjunto de componentes orgânicos, em sua maioria hidrocarbonetos. Devido a sua insolubilidade na água, pode levar a um dos maiores problemas que enfrentamos atualmente, a poluição do mar devido ao derramamento de petróleo. Por ser uma das principais fontes de energias utilizadas, seu uso está sujeito a diversos tipos de riscos, seja através do transporte, armazenamento ou até mesmo da exploração, e isto se dá pelo fato dele ser altamente prejudicial ao meio ambiente terrestre e, principalmente, ao ambiente

¹ Graduanda do Curso de Engenharia Química da Universidade Salvador - UNIFACS, anacarolinameirelles0@gmail.com;

² Doutoranda pelo Curso de Engenharia Química da Universidade Federal da Bahia - UFBA, celiamaiia.eng@gmail.com;

³ Professor Doutor no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal da Bahia - UFBA, icarotam@ufba.br;

⁴ Professora orientadora: Doutora em Engenharia Química, Universidade Salvador e Universidade Federal da Bahia, UNIFACS e UFBA, ana.lobato@unifacs.br; katerine.carvalho@ufba.br.

marinho, uma vez que a maior parte do petróleo se encontra em alto mar (ORTIZ NETO; COSTA, 2007; CARDOSO, C.; CARDOSO, R.; MOREIRA, 2017; SCORSATO, 2021).

Qualquer liberação acidental ou deliberada de hidrocarbonetos líquidos no ambiente é denominada como derramamento de óleo (BHARDWAJ; BHASKARWAR, 2018). Os riscos de derramamento de óleo para ambientes marinhos e de água doce aumentaram com o aumento da produção e transporte de petróleo bruto (ABDELWAHAB; NASR; THABET, 2016), e com isso o vazamento do petróleo no mar é hoje considerado uma das maiores preocupações mundial(EL-DIN *et al.*, 2017). Esse tipo de acidente interfere em todo o ecossistema marinho de várias maneiras. Dentre elas, destaca-se a mancha formada na superfície do mar que impede a luz solar de chegar às algas marinhas, dificultando a fotossíntese e afetando toda a cadeia trófica. Além disso, ocorre também a bioacumulação, um fenômeno em que os organismos vivos retêm dentro de si substâncias tóxicas, e as mesmas vão se acumulando nos demais seres da cadeia alimentar, até chegar ao homem (CARDOSO, 2007). Existem diferentes métodos para remediar esse óleo derramado, como utilização de barreiras de contenção, remoção manual e *skimmers*. Hoje, uma das maneiras mais utilizadas para realizar essa remediação é através de produtos químicos, utilizados como dispersantes para acelerar o processo de degradação natural do petróleo (CRAIG *et al.*, 2012), porém estes agentes também são agressivos, tóxicos e prejudiciais a fauna e flora marinha, sendo necessário procurar formas menos poluentes.

A busca de alternativas aos métodos convencionais que possuíssem baixo custo e alta eficiência impulsionou, nos últimos anos, a pesquisa sobre utilização de diferentes biossorbentes em sistemas de adsorção (MOREIRA, 2010). Este método de adsorção consiste na capacidade de certos sólidos de acumular substâncias presentes em fluidos, sejam eles líquidos ou gasosos, para que possa ocorrer uma separação dos componentes desses fluidos (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

A contaminação química da água a partir de uma ampla gama de poluentes orgânicos e inorgânicos, tais como metais tóxicos, BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos), HPA's (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos), ânions, entre outros, desencadeou a necessidade de desenvolver tecnologias no intuito de remover esses poluentes encontrados em resíduos líquidos e gasosos. Dessa forma, adsorção tornou-se, então, um dos métodos mais populares para este fim, ganhando importância como um processo de separação e purificação, nas últimas décadas (NASCIMENTO *et al.*, 2014). A adsorção consiste em um processo no qual uma substância líquida ou gasosa se adere a superfície de um sólido, ocorrendo assim, a separação desses fluidos. Uma alternativa encontrada foi a utilização de sorventes naturais. A

bioissorção ocorre da mesma maneira, sendo que o componente sólido é uma matéria orgânica, viva ou morta, que será utilizada como bioissorvente. Dentre os diversos materiais adsorventes disponíveis atualmente, os adsorventes naturais se destacam por ser uma forma alternativa de baixo custo e com elevada eficiência na remoção de contaminantes (GIRARDELLO, 2011), como por exemplo a fibra de sisal (COSTA, 2018), o bagaço da cana-de-açúcar (GUILARDUCI, 2016) e a fibra de coco (CARDOSO, 2020). O uso desses materiais é atraente por motivos de economia e alta taxa e capacidade de sorção, por exemplo (HILÁRIO, 2019). Assim, devido também a grande disponibilidade dessas fibras, somada ao interesse pelas substituição de materiais poliméricos por materiais de fonte renovável, tem impulsionado o desenvolvimento de diversas pesquisas utilizando fibras vegetais como sorventes (MOREIRA, 2018).

Dessa forma, o artigo a seguir tem como objetivo realizar uma prospecção de patentes com o intuito de analisar o crescimento das pesquisas na área de sorção em águas contaminadas utilizando bioissorventes ao longo dos anos.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no banco de dados de patentes internacionais (*Espacenet*) e também no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). As palavras-chave utilizadas para a pesquisa (presentes tanto no título, quanto no resumo das patentes) nos dois bancos de dados foram as mesmas: *natural fiber* e *oil*, juntamente com o operador booleano *and*, para que fossem encontrados registros contendo os dois termos. Para que a pesquisa ficasse mais específica em relação ao tema, foi utilizado também um código de classificação, C02F1/28, que se trata de limpeza de águas residuais, esgotos e lodos utilizando a sorção. Com os resultados obtidos, foram feitas análises em relação ao número de patentes depositadas por ano, por países e também avaliado os tipos de fibras mais utilizados para bioissorção, juntamente com resultados de testes de sorção utilizando algumas das fibras naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo estão as Tabela 1 e Tabela 2, onde mostra a quantidade de resultados obtidos no banco de dados de patentes internacionais (*Espacenet*) e no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) à medida que as palavras-chave e os códigos foram sendo especificados na pesquisa.

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 1 – Pesquisa feita no banco de dados de patentes internacionais (Espacenet).Palavras-chave			Resultados
<i>Natural fiber</i>	<i>oil</i>	C02F1/28	
X			23.285
	X		1.608.396
		X	56.230
X	X	X	29

Tabela 2 – Pesquisa feita no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Palavras-chave			Resultados
<i>Natural fiber</i>	<i>oil</i>	C02F1/28	
X			1.145
	X		3.450
		X	357
X	X	X	11

Fonte: Autoria própria (2021).

A seguir, a Tabela 3 mostra os resultados dos dois bancos de dados utilizados para a realização da pesquisa com as palavras-chave e o código selecionados, somando um total de 40 patentes encontradas.

Tabela 3 – Número de patentes encontradas

Base de dados	Resultados
<i>Espacenet</i>	29
INPI	11
Total	40

Fonte: Autoria própria (2021).

Ao observar os países em que as patentes foram publicadas, verificou-se que o Japão lidera com 18 patentes, seguido pelo Brasil com 11, Japão com 10 e os Estados Unidos com apenas 1, como podemos ver na Figura 1. A China e o Japão possuem uma grande quantidade de patentes pois são desenvolvedores proeminentes de propriedade intelectual relacionada à tecnologia (RODRIGUES, 2019). O Brasil é o maior produtor e exportador de açúcar do mundo (ANDRADE, 2021), assim como um dos maiores produtores de coco com a Indonésia (SANTOS; MARTINEZ, 2018), sendo estes processos que têm como rejeitos industriais, bagaço de cana-de-açúcar e fibra de coco, respectivamente, algumas das fibras estudadas (GUILARDUCI, 2016; CARDOSO, 2020), podendo ser estes um dos motivos que nos levaram a uma quantidade significativa de publicações de patentes na área.

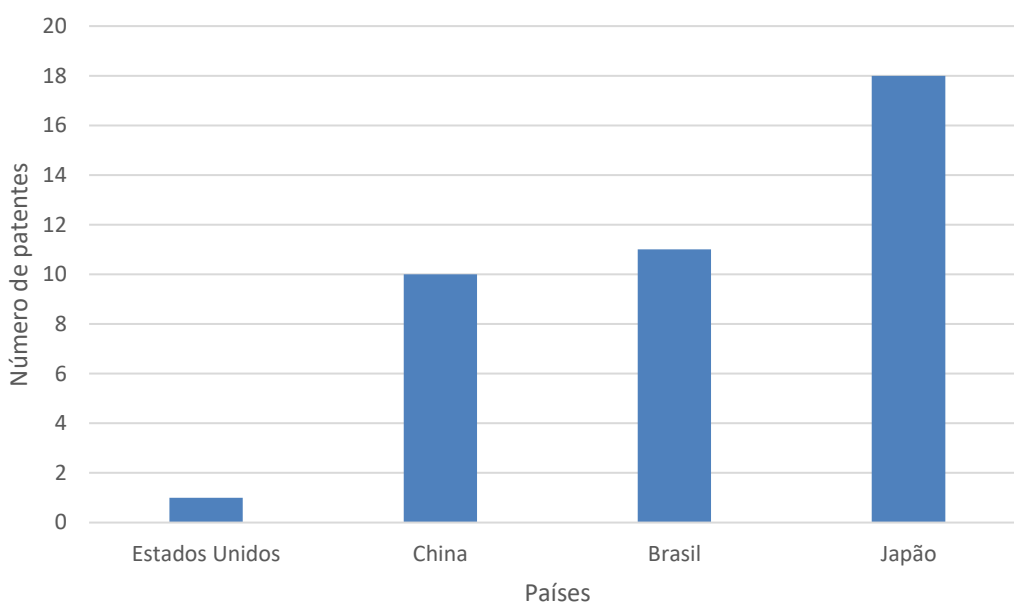


Figura 1. Países depositários das patentes. Fonte: Autoria própria (2021).

A partir da análise feita com relação aos resultados das patentes publicadas por ano, mostrado na Figura 2, pode-se notar um aumento no número de patentes nos anos de 1978, 1982, 2008 e 2017. Esse aumento nas pesquisas pode estar ligado ao fato de grandes acidentes envolvendo derramamentos de petróleo que ocorreram ao redor do mundo, como por exemplo em 1978, onde o navio *Amocco Cadiz* se partiu em dois e teve um total de 300 mil litros de óleo derramados na costa da Bretanha, França (SILVA, 2001). Assim, como em setembro de 2017, o *Agia Zoni II* afundou no Golfo Sarônico, na Grécia, liberando aproximadamente 500

toneladas de óleo combustível pesado, contaminando as costas de Salamina e Atenas (THOMAS, 2020)

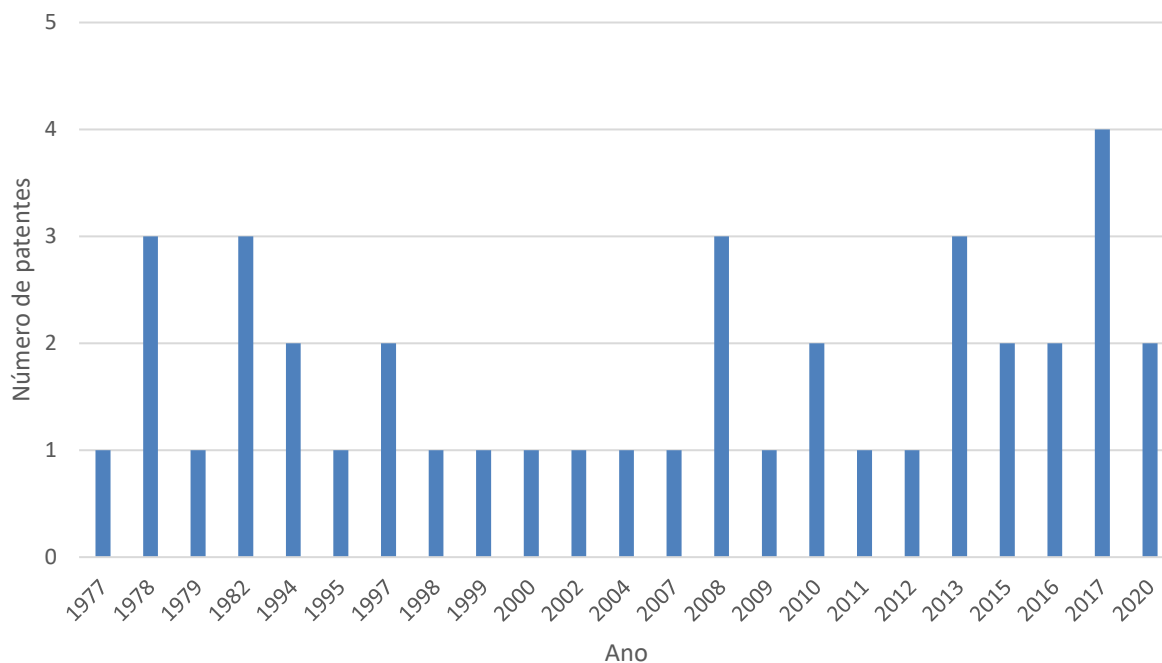


Figura 2 – Número de patentes publicadas por ano. Fonte: Autoria própria (2021).

Foi examinado também as fibras naturais que aparecem dentre as patentes encontradas, como é mostrado na Figura 3. Vários tipos de fibras foram encontradas, como por exemplo fibra de palha, fibra de celulose e fibra de cabelo. As mais utilizadas dentre as patentes encontradas são as fibra de algodão - uma das fibras mais utilizadas no mundo (CARMONA; MACEDO; ROSA, 2014)-, coco - considerado uma das dez árvores mais úteis da terra (ALBUQUERQUE, 2020)-, sumaúma e de cânhamo.

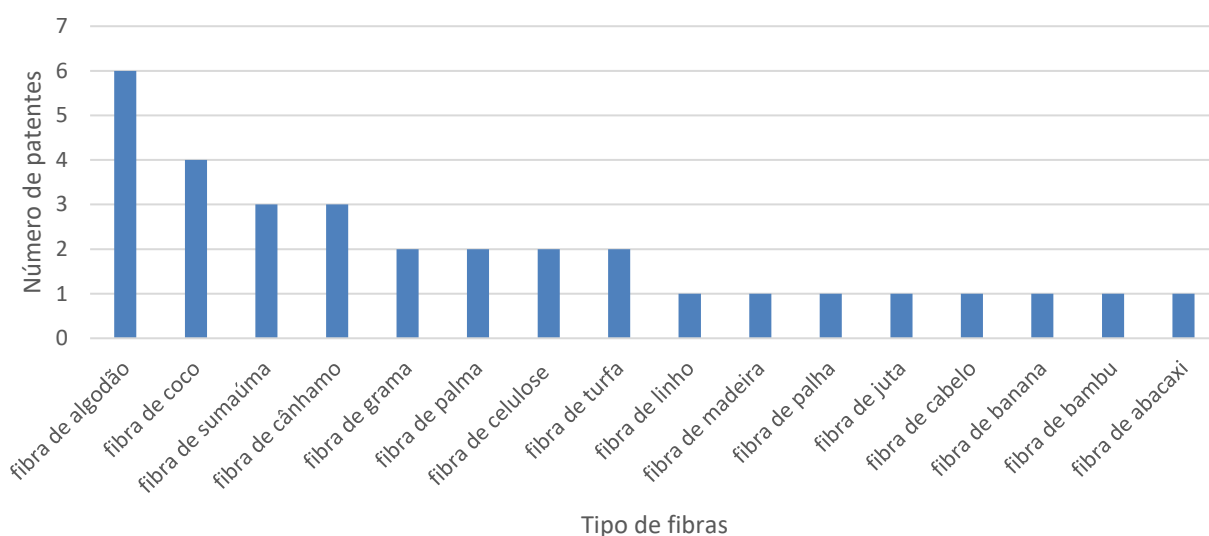


Figura 3 – Fibras mais utilizadas nas patentes. Fonte: Autoria própria (2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após todo o processo de pesquisa nas patentes existentes na área de biossorventes tratados para adsorção de óleo e derivados, foi observado um crescimento significativo nos últimos anos, principalmente por abordar uma alternativa sustentável em relação aos métodos atuais, além também de ser lucrativo, pois a maioria das fibras utilizadas são resíduos industriais. Podemos ver também China e Brasil como líderes em patentes na área, seguidos pelo Japão e Estados Unidos. Por ser a fonte de energia mais utilizada hoje, a exploração do petróleo continuará a envolver riscos de acidentes, por isso é importante o incentivo a pesquisa para que formas menos agressivas de remediação sejam estudadas, visando a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABDELWAHAB, O.; NASR, S. M.; THABET, W. M. Palm fibers and modified palm fibers adsorbents for different oils. **Alexandria Engineering Journal**, v. 56, p. 749-755, 2016. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817300819> >

ALBUQUERQUE, J. G. M.; SILVESTRE, W. K. P.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, B. R.; PAULA, G. C. R.; OLIVEIRA, N. L. M. A. O aproveitamento do resíduo do coco verde para a produção de subprodutos em aracaju. **Revista de Administração do Cesmac**, v.9, p. 190-204, 2020. Disponível em < <https://revistas.cesmac.edu.br/index.php/administracao/article/view/1403/1074> >

ANDRADE, D. A. S.; MARTINS, L. O. S. Estimativa teórica do potencial de geração de energia elétrica a partir de cana-de-açúcar, capim elefante ecoco da Bahia no Brasil. **Revista Textura**, v. 14, n. 2, p. 38-58, 2021. Disponível em < <https://textura.emnuvens.com.br/textura/article/view/416/327> >

BHARDWAJ, N.; BHASKARWAR, A. N. A review on sorbent devices for oil-spill control. **Environmental Pollution**, v. 243, p. 1758–1771, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118319973> >

CARDOSO, A. M. **Sistema de informações para planejamento e resposta a incidentes de poluição marítima por derramamento de petróleo e derivados.** Dissertação (Mestrado em ciências em planejamento energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007. Disponível em: < <https://saopelotas.furg.br/images/stories/documentosdereferencia/dissertao%20sig%20para%20resposta%20a%20incidentes.pdf> >

CARDOSO, C. K. M.; CARDOSO, R. P. G.; MOREIRA, I. T. A. Avaliação de sorventes naturais para remediação de petróleo derramado em águas marinhas costeiras: o estado da arte e um estudo de caso aplicado. **SEPA -Seminário Estudantil de Produção Acadêmica**, v. 16, p. 1-20, 2017. Disponível em < <https://revistas.unifacs.br/index.php/sepa/article/view/5006/0> >

CARDOSO, C. K. M.; SANTANA, R. S. G.; SILVA, V. L.; MEIRELLES, A. C. L. E.; MATTEDI, S.; MOREIRA, Í. T. A.; LOBATO, A. K. C. L. Estudo cinético e de equilíbrio de adsorção de petróleo utilizando fibras de coco pré-tratadas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, e523974413, 2020. Disponível em < <https://pdfs.semanticscholar.org/5816/d2ef1da0847b2b422737e2e93261074b88cf.pdf> >

CARMONA, V. N.; MACEDO, J. R. N.; ROSA, D. S. **Efeito da temperatura na lavagem alcalina da fibra de algodão para uso em compósitos.** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE POLÍMEROS, 14, 2014, Pernambuco. Disponível em < https://www.researchgate.net/profile/Jose-Ricardo-Macedo/publication/312502981_Efeito_da_temperatura_na_lavagem_alcalina_da_fibra_de_a_lgodao_para_uso_em_compositos/links/587fecad08ae9a860ff7e617/Efeito-da-temperatura-na-lavagem-alcalina-da-fibra-de-algodao-para-uso-em-compositos.pdf >

COSTA, E. A. A. **Utilização da fibra de sisal tratada com líquido iônico como sorvente de óleos em água.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2018. Disponível em <

[https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/29371/1/DISSERTA%
c3%87%c3%83O%20ELAYNE%20AYALLA%20DE%20ALMEIDA%20COSTA.pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/29371/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20ELAYNE%20AYALLA%20DE%20ALMEIDA%20COSTA.pdf) >

CRAIG, A. P. L.; SENA, E. S.; MAGALHÃES, L. G.; KRAUSE, M. C.; NEVES, P. R.; SILVA, M. J. Técnicas de limpeza de vazamentos de petróleo em alto mar. **Cadernos de graduação – Ciências exatas e tecnológicas**, v. 1, n. 15, p. 75-86, 2012. Disponível em: < <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/207>

EL-DIN, G. A; AMER, A.A.; MALSH, G.; HUSSEIN, M. Study on the use of banana peels for oil spill removal. **Alexandria Engineering Journal**, v. 57, p. 2061-2068, 2018. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301849>>

GIRARDELLO, F. **Utilização de um adsorvente natural para remoção de pireno em meio aquoso**. Dissertação (Mestrado Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul. 2011. Disponível em: < <https://repositorio.ufrs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/615/Dissertacao%20Francine%20Girardello.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >

GUILARDUCI, V. V. S.; GORGULHO, H. F.; MARTELLI, P. B.; SANTOS, V. S.; CORRÊA, W. G. Avaliação do bagaço de cana natural e modificado como potencial sorvente de óleo vegetal. **Revista Verde**, v. 11, n. 4, p. 129-134, 2016. Disponível em < <file:///C:/Users/meire/Downloads/Dialnet-AvaliacaoDoBagacoDeCanaNaturalEModificadoComoPoten-7280974.pdf> >

HILÁRIO, L. S. **Avaliação da fibra calotropis procera modificada para remoção de petróleo na superfície da água**. Tese (Doutorado em ciência e engenharia de petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte. 2019. Disponível em < https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/28484/1/Avaliacaofibracalotropis_Hilario_2019.pdf >

MOREIRA, D. R. **Desenvolvimento de adsorventes naturais para tratamento de efluentes de galvanoplastia**. Dissertação (Mestrado em engenharia e tecnologia dos materiais) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010. Disponível em < <http://tede2.pucrs.br/tede2/bitstream/tede/3158/1/424194.PDF> >

MOREIRA, T. M. **Avaliação da viabilidade de biossorventes alternativos na recuperação de corpos hídricos contaminados por derramamentos de derivados do petróleo**. Dissertação (Mestrado em ciências na área de tecnologia nuclear-materiais) – Universidade de São Paulo. São Paulo. 2018. Disponível em< <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-29012019-160724/publico/2018MoreiraAvaliacao.pdf> >

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; VIDAL, C. B.; MELO, D. Q.; RAULINO, G. S. C **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. Fortaleza: Editora UFC, 2014.
ORTIZ NETO, J. B.; COSTA, A. J. D. A Petrobrás e a exploração de Petróleo *Offshore* no Brasil: Um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Educação**, v. 61, n. 1, p. 95-109, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbe/v61n1/a06v61n1.pdf> >

RODRIGUES, T.; JUNIOR, A. B. Technological prospecting in the production of charcoal: A patent study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 111, p. 170–183, 2019. Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032119303016> >

SANTOS, D. E.; MARTINEZ, F. C. C.; JUIZ, P. J. L. A fibra de coco como matéria-prima para o desenvolvimento de produtos: uma prospecção tecnológica em bancos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 1, p. 153-164, 2019. Disponível em < <https://cienciasmedicasbiologicas.ufba.br/index.php/nit/article/view/27230> >

SCORSATO, M. B. **Potencial de biorremediação das microalgas em áreas contaminadas com petróleo**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2021. Disponível em < https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/60362/TCC_Marcelo_Bordonal_VF%20banca_2_assinado.pdf?sequence=1&isAllowed=y >

SILVA, L. **Petróleo, conseqüências de um derramamento**. Monografia (Ciências biológicas) - Faculdade de Ciências da Saúde do Centro Universitário de Brasília. Brasília. 2001. Disponível em < <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2388/2/9509092.pdf> >

THOMAS, G. E.; CAMERON, T. C.; CAMPO, P.; CLARK, D. R.; COULON, F.; GREGSON, B. H.; HEPBURN, L. J.; MCGENITY, T. J.; MILIOU, A.; WHITBY, C.; MCKEW, B. A. Bacterial community legacy effects following the Agia Zoni II oil-spill, Greece. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 1-15, 2020. Disponível em < https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.01706/full?utm_source=S-TWT&utm_medium=SNET&utm_campaign=ECO_FCIMB_XXXXXXXXX_auto-dlvrit >