

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE SORÇÃO DA FIBRA DE COCO (*Cocos Nucifera L.*) PARA REMOÇÃO DE HIDROCARBONETOS EM EFLUENTES

Henrique Borges de Moraes Juviano (1); Raoni Batista dos Anjos (2); Julia Maria de Medeiros Dantas (3); Gregory Vinicius Bezerra de Oliveira (4); Djalma Ribeiro da Silva (5)

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, henriquebm.eng@gmail.com

Resumo: Impactos ambientais causados pelo descarte de águas contaminadas por hidrocarbonetos derivados do petróleo têm sido uma das grandes preocupações dos últimos anos. O presente estudo objetivou aproveitar o resíduo de coco (*Cocos nucifera L.*) como sorvente frente a gasolina e diesel S500. Os resultados evidenciaram boa capacidade de sorção para o diesel S500. A fibra de *Cocos nucifera L.* mostra potencial como biosorvente para o tratamento de efluentes oleosos, água produzida, derramamento de óleo, entre outros. A sorção da *Cocos nucifera L.* para o diesel atingiu valores satisfatórios de sorção de 2,79 g de contaminante/g de coco, valor similar a valores a Turfa Canadense (PeatSorb®), comercialmente utilizado pela Petrobras para remediar derreamentos com óleo. Mostrando potencial da fibra de coco como biosorvente.

Palavras-chave: *Cocos nucifera L.*; Sorção; Remoção de hidrocarbonetos.

Introdução

O Brasil se caracteriza por ser um país de destaque acerca de volume de recursos hídricos, segundo dados da Agência Nacional de Águas em todo o território nacional há cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Entretanto, a distribuição e a disponibilidade desse recurso não é uniforme e igualitária, visto que 73% dessa água se encontra na bacia Amazônica, a qual é habitada por cerca de apenas 6% de toda a população nacional (ANA, 2009).

Água é um bem de valor inestimável, porém ela pode ter sua qualidade afetada de acordo com as atividades do homem, sejam elas domésticas, industriais ou comerciais. De acordo com Pereira (2014), cada uma dessas ações gera poluentes característicos que resultam em uma determinada implicação na qualidade do efluentes receptor. De maneira geral existem duas estratégias que podem ser adotadas no controle da poluição da água: reduzir o volume da fonte poluidora ou realizar o tratamento do efluente de forma a remover os contaminantes, sendo a segunda opção é a mais adotada segundo Grassi (2001).

Alguns acidentes como o ocorrido com o navio Exxon Valdez em 1989 no Alasca, o navio Prestige em 2002 na costa noroeste da Espanha e o derramamento de petróleo na Baía de Guanabara em 2002 no Brasil, e mais recentemente no Golfo do México, em 2010,

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

mostram claramente o

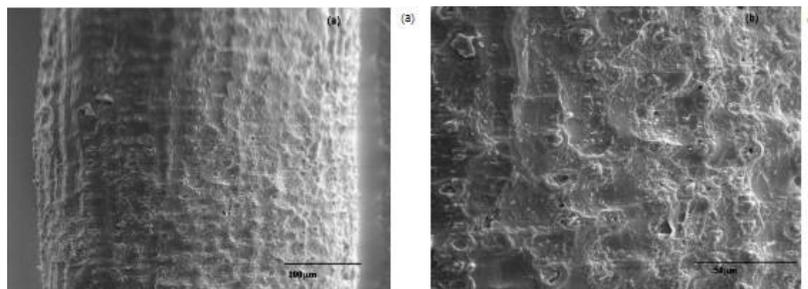
impacto ambiental causado em derramamentos de hidrocarbonetos. Em virtude de diversos acidentes históricos no setor petrolífero, processos físicos, químicos e biológicos vêm sendo empregados e desenvolvidos para remover, recuperar, degradar o petróleo, uma vez que afeta todo o ecossistema local (ANNUNCIADO et al., 2005).

Entre os processos mais utilizados na descontaminação de efluentes de corpos aquáticos as técnicas de sorção têm obtido destaque nos últimos anos, uma vez que é um processo econômico e eficaz para o tratamento de efluentes contaminados com compostos orgânicos. Segundo Lima (2010) o volume que pode ser sorvido está intrinsecamente relacionando com o material escolhido para ser o sorvente.

As características de sorção de diversos materiais já foram estudadas, dentre eles a palma forrageira (Campos, 2009), mandacaru (Silva, 2014), algodão (Alves, 2009), fibra de coco (Alves, 2009), sisal (Borba, 2009), serragem (Santos, 2007) e rejeitos folhosos (Annunciado et al., 2005). Dentre a variedades de biomassas encontradas em todo o território nacional, a fibra do coco (*Cocos nucifera L.*) apresenta-se como alternativa de biomassa para utilização como sorvente de hidrocarbonetos em corpos d'água.

Em um eventual derramamento de hidrocarbonetos, o método mais rápido e eficaz é a contenção e remediação com uso de sorventes de materiais sintéticos de elevado custo, não renovável e não biodegradável; o uso da fibra de coco pode ser uma alternativa para atender a esta demanda principalmente no estado do Rio Grande do Norte – Brasil, cuja produção de coco verde é bastante elevada e o descarte do seu resíduo uma grande preocupação ambiental. O trabalho de Corradini (2009) caracterizou a estrutura dessa fibra em uma análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), sendo essa apresentada na Figura. 1.

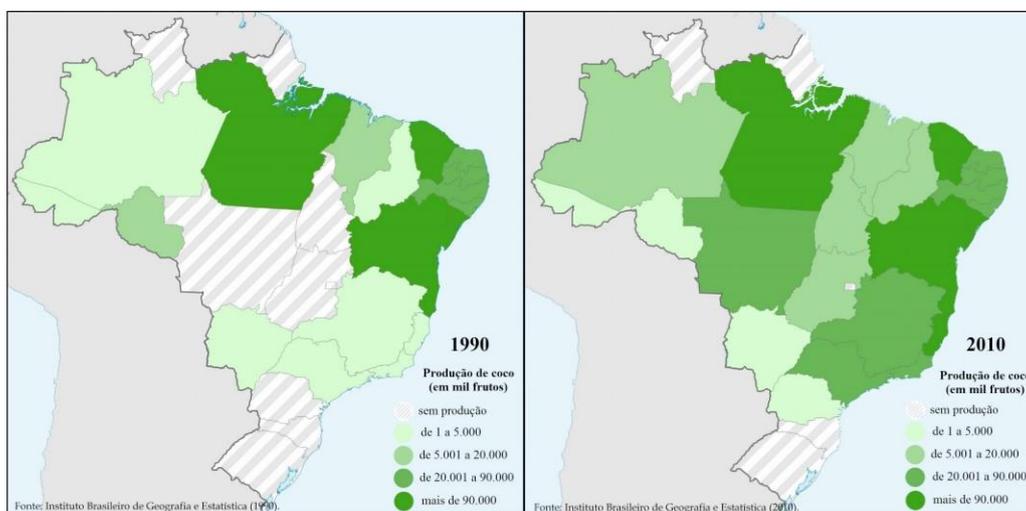
Figura. 1 – Fotos de MEV da fibra de coco verde Nana ‘Anão-Verde’-de-Jequi (AVeJ), no ponto de maturação de 150 dias, sendo (a) com aumento de 180 X, e (b) com aumento de 500 X.



FONTE: Corradini, 2009.

O coqueiro é uma planta de elevada importância econômica e social nas regiões intertropicais do mundo, onde encontra condições favoráveis de clima e solo para se desenvolver. Por ser uma cultura perene permite a consorciação com outras culturas, especialmente leguminosas, que além de contribuir no momento da fixação do nitrogênio, funciona como opção de incremento de renda para o produtor, bem como sua subsistência e com diversas aplicações tanto no consumo do coco “in natura” como na indústria e artesanato, podendo ser oportunidades de trabalho para a população de baixa renda no Estado do Rio Grande do Norte (FONTANELE et al. 2005). A Figura 2 apresentada dados que comprovam o desenvolvimento e evolução da atividade de produção de coco no território nacional entre 1990 e 2010.

Figura. 2 – Desenvolvimento da produção de coco no Brasil por unidades da federação.



FONTE: IBGE/PAM. Elaboração: Cavalcante, 2014

Grande parte da produção de coco vem da zona costeira do Brasil, que possui extensão de aproximadamente 8,5 mil quilômetros, como apresenta a Tabela 1. Essa região é rica em matéria orgânica e marcada por praias, dunas, falésias, arrecifes e manguezais, que podem se estender por até 100 quilômetros. O clima subtropical da região possui chuvas bem distribuídas, temperatura média de 18°C e estações do ano bem demarcadas. Fenômenos como o *El Niño* causam um bloqueio nas frentes frias que vêm da região sul do Brasil e também formam o dipolo térmico do oceano atlântico, caracterizado pelas variações na temperatura do Oceano Atlântico e influenciando favoravelmente as chuvas no

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

Nordeste (ANA, 2009).

Tabela 1 – Dados da plantação de coco nacional

		1990	2000	2010
Norte	Área plantada	13.352	18.120	28.493
	Quantidade produzida	104.053	162.175	255.048
Nordeste	Área plantada	199.746	232.426	224.293
	Quantidade produzida	619.698	932.960	1.297.528
Sudeste	Área plantada	2.551	14.144	20.411
	Quantidade produzida	10.646	186.239	300.517
Sul	Área plantada	0	0	202
	Quantidade produzida	0	0	2.282
Centro-Oeste	Área plantada	3	1.887	3.535
	Quantidade produzida	21	20.337	40.260
Brasil	Área plantada	215.652	266.577	276.934
	Quantidade produzida	734.418	1.301.411	1.895.635

Fonte: IBGE/PAM. Elaboração: Cavalcante, 2013.

Assim como as regiões costeiras do Brasil ocupam um papel diferenciado na configuração socioeconômica e produtiva do coco, os estados centrais apresentam dinâmicas inseridas em um mesmo processo regido pela reestruturação produtiva do setor. Em 2010, dos 26 Estados da federação, apenas quatro ainda não apresentam uma produção significativa de coco ao ponto de aparecerem nas estatísticas oficiais: Roraima, Amapá, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Entre os estados produtores a maturidade da produção varia muito, alguns estados como o Mato Grosso, o Tocantins e o Paraná são bem recentes nesse setor. Já outros estados como a Bahia, o Ceará, o Rio Grande do Norte e Sergipe já possuem uma produção consolidada.

A Fibra de Coco (*Cocos nucifera L.*), apresentada na Figura 2, se caracteriza por ser um material natural, de baixo valor agregado, biodegradável e abundante em todo o território nacional. O comprimento da fibra varia de 9 a 33 centímetros (cm) e seu diâmetro entre 0,5 a 0,6 milímetros (mm), esse material funciona como uma esponja natural que drena fluidos até atingir seu ponto de saturação. Devido a essa e outras funções a fibra de coco se tornou um produto com aplicações em diversas áreas como jardinagem, construção

civil, artesanato, colchões, utensílios domésticos, sorvente de efluentes químicos e adensante em fluidos de perfuração e movelaria.

Figura. 2 – Fibra de Cocos nucifera L



FONTE: Autor, 2017

Metodologia

A metodologia utilizada seguiu o procedimento realizado por Annunciado et al. (2005), que realizou estudos da aplicação de diversas fibras para remoção de combustíveis. Para a realização desse trabalho foram utilizadas fibras in natura obtidas em coqueiros nas proximidades da cidade de Natal, RN. Com o auxílio de um moinho de facas as fibras foram cortadas, em seguida foi lavada com água de torneira e seca a 105 °C por 24 horas em estufa. A Figura 2 ilustra a fibra de coco após a secagem. Para efeito da reprodutibilidade dos resultados, os experimentos foram realizados em triplicata.

Foram utilizadas duas massas de fibra de coco para a realização dos ensaios, 0,3 e 0,5 gramas (g), respectivamente. Para a obtenção das curvas de sorção, foram utilizados 12 béquers com capacidade de 200 mililitros (mL). As amostras A1 – A6 foram submetidas a sorção a seco de gasolina, com o auxílio de uma proveta e de uma balança, foram adicionados 30mL de gasolina e aproximadamente 0,5g de fibra de coco nas amostras A1 – A3 e aproximadamente 0,3g nas amostras A4 – A6.

Em seguida foram preparadas as amostras A7 – A12, nas quais foram realizados os testes de sorção a seco de diesel S500, com o auxílio de uma proveta e de uma balança, foram adicionados individualmente 30mL diesel S500 e aproximadamente 0,5g de fibra de coco nas amostras A7 – A9 e aproximadamente 0,3g nas amostras A10 – A12. O teste de sorção a seco foi realizado na capela devido à volatilização dos componentes, em ambos os modelos o tempo de sorção foi de 60 minutos (min) à temperatura ambiente.

Após cada tempo de sorção as amostras foram colocadas sob uma tela de malha 0,1 mm para drenar o excesso de combustível por um tempo de 5 min, essa etapa é muito importante para avaliar o volume retido pela fibra deixando a fase líquida que não foi sorvida escoar. Em seguida as amostras foram pesadas e o total sorvido em cada amostra foi quantificado com o auxílio de uma balança de precisão. Todos os experimentos foram realizados nos laboratórios da Central Analítica do Núcleo de Processamento e Reuso da Água Produzida da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), campus de Natal, RN.

Resultados e discussão

A partir dos dados obtidos nos experimentos, a sorção foi expressa na forma de quantidade de hidrocarbonetos sorvido por massa seca do material utilizando a Equação (1).

$$S = (St - So) / So \quad (1)$$

Onde, St é a massa total das amostras após sorção e So a massa de biosorvente seca. A partir dos dados obtidos, foram geradas as tabelas de sorção da *Cocos nucifera L.*, sendo a Tabela 2 referente à gasolina comum e a Tabela 3 referente ao diesel S500.

Tabela 2 – Sorção de gasolina pela *Cocos nucifera L.*

Amostra	Peso Seco (g)	Peso Drenado (g)	Sorção (g/g)
A1	0,500	0,778	0,36
A2	0,500	0,794	0,37
A3	0,500	0,947	0,47
A4	0,300	0,555	0,46
A5	0,299	0,548	0,45
A6	0,300	0,659	0,54

FONTE: Autor, 2017

Tabela 3 – Sorção de diesel S500 pela *Cocos nucifera L.*

Amostra	Peso Seco (g)	Peso Drenado (g)	Sorção (g/g)
A1	0,499	1,844	2,69
A2	0,500	1,833	2,66
A3	0,500	1,893	2,79
A4	0,300	0,985	2,28
A5	0,300	0,966	2,22

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

A6	0,300	0,930	2,10
-----------	-------	-------	------

FONTE: Autor, 2017

Com base nas Tabelas 2 e 3 é possível observar que a *Cocos nucifera* L. apresentou bons resultados de sorção máxima a seco para o diesel de 2,79 g/g, porém os mesmos não foram observados para a sorção a seco da gasolina, a qual atingiu valores máximos de 0,54 g/g. A menor capacidade de sorção da gasolina pode acontecer pela composição da gasolina que possui cadeias de carbonos menor quando comparadas com a do diesel S500, além de que o diesel apresenta compostos oxigenados que pode aumentar a interação com a fibra, aumentando a sorção. A variação de massa do biosorvente 0,5 – 0,3 g mostrou que houve diferença significativa. Para sorção da gasolina seria melhor utilizar 0,3 g, enquanto para a sorção do diesel 0,5 g de fibra de coco.

Outro fator que influencia a sorção é a viscosidade. Segundo Annunciado et al., (2005), Teas et al., (2001) e Ribeiro, Smith e Rubio (2000) a viscosidade dos óleos é um parâmetro de grande importância no processo de sorção, pois a diminuição da viscosidade do óleo reduz a absorção dentro dos poros e vasos capilares dos materiais, e óleos mais viscosos apresentam maior sorção devido à aderência nas superfícies dos materiais e dentro dos poros. Tornando-se importante ressaltar que hidrocarbonetos como a “gasolina” de baixa viscosidade como usado nesse trabalho é liberado (dessorvido) pelo sorvente com mais facilidade durante a drenagem, e sendo assim quando a sorção de óleos menos viscosos apresentam desempenho de sorção.

Os resultados de sorção do *Cocos nucifera* L. foram satisfatórios uma vez que apresentaram valores condizentes aos relatados pela literatura: Ribeiro, Rubio e Smith (2003) estudaram a capacidade de sorção da Turfa Canadense (PeatSorb®), comercialmente utilizado pela Petrobras para remediar derreamentos com óleo, como $2,7 \pm 0,2$ g/g, para o um óleo de viscosidade 237 cP. Vale ressaltar que a capacidade de sorção do PeatSorb® foram realizadas com óleos de viscosidades maiores (veselina, lugol e óleo Marlin) que os combustíveis usados nesse trabalho (gasolina e diesel) e a sorção do óleo no interior do sorvente é inversamente proporcional à viscosidade, pois a viscosidade aumenta a sorção uma vez que o óleo permanece por mais tempo nos poros e não escoar durante a drenagem, portanto é esperada uma menor capacidade de sorção da gasolina e diesel pelo do Peat Sorb®.

Conclusões

O estudo da fibra de coco como biosorvente para sorção de hidrocarbonetos

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

derivados de petróleo ainda está no seu início. Apesar dos baixos valores de sorção da gasolina os confirmados pelas tabelas de sorção, a sorção pelo diesel atingiu valores de 2,79 g contaminante/g coco, o que pode caracterizar a *Cocos nucifera L.* como um bom potencial de sorção para hidrocarbonetos nas condições experimentais avaliadas.

Acredita-se que a continuidade dos estudos da *Cocos nucifera L.* como biomassa sorvente de hidrocarbonetos derivados do petróleo deverá ser realizado mais detalhadamente, levando em consideração ensaios dinâmicos e estáticos durante um maior tempo de contato contaminante/fibra e também em sistemas emulsionados.

Agradecimentos

A Central Analítica do NUPPRAR e a FUNPEC pelo suporte financeiro e pela infraestrutura concedida que possibilitou a realização deste trabalho.

Referências

ANA, Agência Nacional de Águas, Fatos e tendências água, Vol. 1, p. 4-32, Brasília: 2009

ANNUNCIADO, T. R., Sydenstricker, T. H. D., and Amico, S. C., Experimental Investigation of Various Vegetable Fibers as Sorbent Materials for Oil Spills, Marine Pollution Bulletin, Vol. 50, p. 1340-1346, 2005a.

ANNUNCIADO, T. R.; AMICO, S. C.; SYDENSTRICKER, T. H. D. Vegetable Fibers Used as Sorbents in the Petroleum Sector. Anais do X Internacional Macromolecular Colloquium, 2005. Gramado – RS.

ANNUNCIADO, T.R.; SYDENSTRICKER, T.H.D.; SILVA, F.W.L.; AMICO, S.C. Sorção de óleo cru e derivados do petróleo por diferentes fibras vegetais. Petro & Química. p.71-76, 2005b.

ALVES H. – Estudo da sorção de petróleo por fibras vegetais. Monografia, UFRN, Departamento de Engenharia Mecânica, Programa de Recursos Humanos – PRH 14/ANP. Áreas de Concentração: Engenharia de Petróleo e Engenharia Mecânica, Natal/RN, Brasil.

BORBA, Loiva Liana Santos. Adsorção de cobre e cromo utilizando fibra de sisal visando o tratamento da água produzida pela indústria petrolífera. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado em Pesquisa e Desenvolvimento em Ciência e Engenharia de Petróleo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

CAMPOS, Ana R. N. et al . Isotermas de adsorção e calor isostérico da palma forrageira enriquecida proteicamente. Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande , v. 13, n. 6, p. 734- 740, Dec. 2009 .

CORRADINI, Elisângela et al. Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 837-846, Sept. 2009.

CAVALCANTE, Leandro Vieira. Os circuitos espaciais e os círculos de cooperação da produção de coco no Litoral Oeste do Ceará. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Estadual do Ceará: Fortaleza, 2012.

CAVALCANTE, Leandro Vieira. A reestruturação produtiva chega aos coqueirais do Brasil. Anais do VI Simpósio Internacional de Geografia Agrária – SINGA: João Pessoa, 2013.

CAVALCANTE, Leandro Vieira. La restructuration de la production de noix de coco au Brésil: enjeux et défis. Le cas des nouvelles dynamiques socio-spatiales du Périmètre Irrigué Curu- Paraipaba. Mémoire de recherche (Master en Géographie). Université Paris 1 – Panthéon Sorbonne: Paris, 2014.

CAVALCANTI, Josefa Salete et al. Transformações recentes nos espaços da fruticultura do Nordeste do Brasil. In: ELIAS, Denise; PEQUENO, Renato. (Orgs.). Difusão do agronegócio e novas dinâmicas socioespaciais. Fortaleza: Banco do Nordeste, p. 117-150, 2006.

FONTANELE, R. E. S. Cultura do coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. UNIFOR – Universidade de Fortaleza, Fortaleza-CE, 2005. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/2/168.pdf>, Acesso em: 10 jun. 2017.

GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra, Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, Edição especial – Maio 2001.

SANTOS, Elba Gomes dos; ALSINA, Odelsia Leonor Sanchez de; SILVA, Flávio Luiz Honorato da. Desempenho de biomassas na adsorção de hidrocarbonetos leves em efluentes aquosos.

Silva, V. L. M. M.; E. D. C. Oliveira; K. J. B. da Costa¹; T. C. dos Santos; E. K. G. de Oliveira; L.

M. R. Lima. ADSORÇÃO DE CONTAMINANTES DERIVADOS DO PETRÓLEO UTILIZANDO MANDACARU (*Cereus jamacaru*) COMO BIOMASSA ADSORVENTE. X Encontro Brasileiro sobre Adsorção – Abril de 2014. Disponível em: http://www2.unifesp.br/home_diadema/eba2014/br/resumos/R0120-2.PDF, Acesso em: 10 jun. 2017.

RIBEIRO, T.H.; SMITH, R.W.; RUBIO, J. Sorption of oils by the nonliving biomass of a *Salvinia* sp. Environmental Science and Technology, v.34(24), p.5201-5205, 2000.

RIBEIRO, T. H., RUBIO, J., & SMITH, R. W. A dried hydrophobic aquaphyte as an oil filter for oil/water emulsions. Spill Science and Technology Bulletin, 8(5-6), 483-489, 2003.

TEAS, C.; KALLIGEROS, S.; ZANIKOS, F.; STOURNAS, S.; LOIS, E.; ANASTOPOULOS, G. Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills

(83) 3322.3222

contato@conadis.com.br

www.conadis.com.br

clean up. Desalination, v.140(3), p.259-264, 2001.