

8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

O potencial da casca da Moringa *oleífera* Lam no Tratamento de Água Produzida

AUTORES:

Kryslaine Machado de Almeida dos Santos¹; Mirele dos Santos Bispo²; Adriana Cerqueira Moitinho³; Felipe Martins de Oliveira⁴; Gabriel Francisco da Silva⁵

INSTITUIÇÃO:

Instituto Militar de Engenharia¹; Universidade Federal de Sergipe^{2,3,4,5}

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás - 8º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás - ABPG, no período de 20 a 22 de outubro de 2015, em Curitiba/PR. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 8º PDPETRO.

O POTENCIAL DA CASCA DA MORINGA OLEÍFERA LAM NO TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA

Abstract

Oil is still one of the main resources used in power generation. During its extraction, are produced oil, gas and water, the latter being a byproduct of oil called produced water, which contains in its composition, various contaminants harmful to the environment, just need to undergo proper treatment so that its oil and grease content falls within the requirements of CONAMA resolution can therefore be discarded or reused. Based on this principle, the objective of this study was to evaluate the ability of the bark of Moringa Oleifera Lam as filter media, using the shell nuts, currently used in the oil industry Petrobras, as comparator. The experiments were performed in the Alternative Technologies Laboratory (LTA) Department of Chemical Engineering (DEQ) of the Federal University of Sergipe (UFS). Initially they made up the texture tests bark Moringa by getting three different diameters, with these values 1.70 mm, 0.84 mm and 1.19 mm. The shell nuts used had a diameter of 1.19 mm, kindly provided by Petrobras of Carmópolis field industry in the state of Sergipe. Therefore, filtration tests were conducted using a filter pilot unit, this process was used the synthetic produced water. After filtration test was analyzed oils and grease content (TOG), through infrared spectrophotometer, confirming the reduction of the TOG of synthetic produced water. The bark of Moringa proved effective with a decrease of up to 61.2% of oil / water with a particle size of 1.19 mm and parallel to nutshell decreased by 59% for the same particle size. These values were similar, thereby proving that the shell of the Moringa can be used as a filter medium capable of considerably removing the contents of oils and greases that are harmful to the environment, being an alternative filter medium in wastewater treatment.

Introdução

A Revolução industrial foi um marco na história mundial, a partir do século XVIII teve-se início o uso de máquinas resultando um aumentando na produtividade das fábricas. Entretanto, paralelo a essa expansão industrial está os impactos ambientais negativos, e com o passar dos tempos viu-se a necessidade de buscar, cada vez mais, o desenvolvimento sustentável. Atualmente, o setor secundário é o responsável por grande parte da poluição do planeta, umas das principais atividades na geração de energia e insumos é a exploração de petróleo. Durante a extração e produção do petróleo tem-se como subproduto a água produzida, que de acordo com Stephenson (1991), os compostos que normalmente compõem esse efluente são: óleo disperso e dissolvido, sais minerais dissolvidos, graxas e asfaltenos. Conforme Silva (2008), o impacto ambiental provocado pelo descarte da água produzida é, geralmente, avaliado pela toxicidade dos constituintes e pela quantidade de compostos orgânicos. Além destes agentes tóxicos, a água produzida ainda apresenta quantidades elevadas de produtos químicos tóxicos adicionados durante o processo de extração do petróleo como: inibidores de corrosão e incrustação, desemulsificantes, polieletrólitos, entre outros (ROCHA et al., 2012).

Durante a produção o volume desse contaminante vai aumentando significativamente ao ponto de não ser mais economicamente viável a exploração do campo petrolífero. Devido a isso, a água produzida provenientes da extração deve ter um fim adequado de acordo com as normas vigentes nas Resoluções CONAMA 357/05, 393/07 e 430/11, as quais estabelecem entre outros parâmetros que o teor de óleos e graxas (TOG), da água produzida, médio de 29 mg/L e máximo 42 mg/L. Sendo possível realizar o seu posterior descarte, reinjeção ou reuso.

Inúmeras técnicas são utilizadas no tratamento de efluentes, dentre elas destacam-se a filtração, adsorção, eletroquímico, flotação, hidrociclones, etc. Uma das alternativas que está sendo estudada para o tratamento de água de produção do petróleo é a utilização da *Moringa oleífera* Lam como meio filtrante. A *Moringa oleífera* Lam é uma planta pertence à família Moringaceae, que é composta apenas de um gênero (*Moringa*) e 14 espécies (Miranda, 2011). É uma árvore vegetal excepcionalmente nutritiva com uma variedade de usos potenciais (SERAFINI et al., 2013). Os autores ainda relatam que o óleo obtido das sementes podem ser usados no preparo de alimentos, na fabricação de sabonetes, cosméticos, combustíveis e biodiesel, e a torta resultante da extração de óleo das sementes pode ser usada como fertilizante, na alimentação animal e no tratamento de água.

Considerada como uma das árvores cultivadas mais úteis para o ser humano, praticamente todas as suas partes podem ser utilizadas para diversos fins. Nos trópicos, as suas folhas são usadas como forragem para animais, chegando a ter 27% de proteína na matéria seca. A semente produz óleo de excelente qualidade para a indústria química. O pó da semente pode ser utilizado para o tratamento de água, as vagens verdes podem ser cozidas e consumidas como alimento humano e as raízes são medicinais e utilizadas no tratamento de muitas doenças. Partindo desse princípio, o objetivo desse trabalho foi testar uma nova tecnologia para o tratamento da água produzida a base da casca da *Moringa oleífera* Lam, sendo esta utilizada como meio filtrante, de modo que o efluente se enquadre nas exigências legais minimizando, assim, a degradação do meio ambiente.

Metodologia

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Tecnologias Alternativas (LTA) do Departamento de Engenharia Química (DEQ) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

A matéria-prima utilizada foi a casca da *Moringa oleífera* Lam, que foi triturada em um liquidificador comercial, e posteriormente obteve-se as granulometrias através de um agitador mecânico de peneiras, com dispositivo para fixação de até seis peneiras, incluindo tampa e fundo. Os diâmetros da casca de *Moringa* utilizados está ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Granulometrias da casca da *Moringa oleífera* Lam

Peneira	Mesh Tyler	Abertura (mm)
01	10	1,70
02	14	1,19
03	20	0,84

Para análise da porosidade utilizou-se o método da proveta. Primeiramente colocou-se a amostra em uma proveta de 100 mL, anotando-se o volume, logo após colocou-se água até completar o mesmo volume verificando, assim, o volume de vazios na bureta. A porosidade foi calculada segundo a Equação 1.

$$\varepsilon = \frac{V_V}{V_T} \quad (1)$$

onde:

ε - a porosidade;

V_V - o volume de vazios;

V_T - o volume total do leito.

Para os ensaios de filtração foi feito um sistema de filtro em unidade piloto no qual é formado por tubos de PVC de uma polegada, uma adaptação com válvula na entrada do filtro para a coleta da água produzida sintética (APS), um tanque de alimentação e de filtrado com capacidade para 200L, uma bomba centrífuga, um filtro de 200 mm de altura e 100 mm de diâmetro e o leito filtrante composto por cascas de moringa e nozes.

A APS foi preparada da seguinte maneira: em um béquer de 500mL foi feita a emulsão com 20g de petróleo bruto, 5mL de emulsificante e 5L de água. Para a mistura da emulsão utilizou-se a agitação via homogeneizador Ultra Turrax modelo T-50 Basic, marca Ika & Werke, operando numa rotação de 10.000 rpm por 30 minutos. Consequente, no tanque de alimentação do sistema de filtração foi adicionado 11kg de cloreto de sódio e 150L de água, já homogeneizados, acrescentou-se a emulsão preparada no turrax e agitou-se toda a emulsão no tanque por mais 15 minutos.

Iniciando o processo de filtração, permitiu-se a passagem da água produzida sintética pelos meios filtrantes de diferentes granulometrias e posteriormente mediu-se o TOG no Espectrofotômetro de infravermelho UV/VIS, modelo Biospectro SP 220.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos a partir dos ensaios granulométricos podem ser observados através da Figura 1.



Figura 1 – Meio filtrante casca da moringa, diâmetros: 1,70mm (a), 1,19mm (b) e 0,84mm (c).

A Figura 2 mostra o meio filtrante da casca de nozes de diâmetro 1,19mm, cedido gentilmente pela indústria Petrobras, porém com apenas a granulometria de 1,19 mm, para fins de comparação com o leito filtrante casca da Moringa.



Figura 2 – Meio filtrante casca de nozes.

A porosidade de leito fixo é uma relação entre o volume de vazio e volume total do leito expresso como fração decimal ou percentagem. Influência na perda de carga do caudal a filtrar, assim, como na capacidade de retenção de contaminantes (ALBUQUERQUE, 2005). Sendo assim, um fator determinante no desempenho do filtro. Os valores obtidos para esse parâmetro físico estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Porosidade dos meios filtrantes.

Meios Filtrantes	Volume de sólidos (mL)	Volume total (mL)	Porosidade
Casca de Moringa	30	55,90	0,46
Casca de nozes	30	42.15	0,29

A partir dos resultados constata-se que a casca exibe uma diferença na ordem de 50% em relação às cascas de nozes. Essa porosidade se refere, predominantemente, ao espaço intersticial. Portanto, deverá implicar em maior permeabilidade, o que permitirá que o fluido escoe mais facilmente no material, havendo, possivelmente, maiores taxas de filtração.

As amostras da casca da Moringa foram codificadas de acordo com os diâmetros de abertura das peneiras, onde G1, G2 e G3 representam os seguintes valores de granulometria: 1,70 mm, 0,84 mm e 1,19 mm, respectivamente. O processo consistiu na passagem da água produzida sintética por cada leito citado anteriormente, realizando a coleta, tanto na entrada (E) quanto na saída (S) do filtro. A análise do teor de óleos e graxas foi realizada através da extração do óleo da APS com solvente clorofórmio HPLC e os resultados podem ser conferidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do teor de óleo e graxas para eficiência do leito casca de Moringa.

Granulometrias (mm)	Coletas	TOG (ppm)	Remoção (%)
G1	E	132,7	39,4
	S	80,3	
G2	E	131,0	44,8
	S	72,3	
G3	E	134,7	61,2
	S	52,3	

E - Entrada

S – Saída

Examinando a tabela 3, é perceptível que ambas as granulometrias apresentaram resultados satisfatórios, haja vista, que a menor remoção do teor de óleos e graxas foi de 39,4% e o meio filtrante mais eficiente foi a casca da moringa com granulometria de 1,19 mm, capaz de diminuir o TOG em 61,2%.

Conforme já mencionado fez-se também ensaios para o leito casca de nozes com diâmetro de 1,19 mm. Os resultados para remoção do TOG encontram-se ilustrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados do teor de óleo e graxas para eficiência do leito casca de nozes.

Granulometria (mm)	Coletas	TOG (ppm)	Remoção (%)
1,19	E	94,7	59,6
	S	38,3	

A casca de nozes obteve uma eficiência na remoção óleo/água de 59,6%, que se mostra semelhante ao meio filtrante utilizado nesse trabalho, com granulometria de 1,19 mm, apresentando uma diferença de apenas 1,6%.

Conclusões

Este trabalho visou verificar a potencialidade da casca da *Moringa oleífera* Lam como meio filtrante no tratamento de água produzida utilizando as cascas de nozes para comparações. De posse dos resultados obtidos verificou-se que houve uma remoção de óleo em água significativa em ambas as granulometrias, principalmente na amostra de diâmetro de 1,19 mm, sendo este valor de 61,2% para a casca de Moringa, e quando comparada com as cascas de nozes observou-se uma diferença de 1,6% entre eles. A fim de complementar os estudos fez-se a medição da porosidade de ambos meios filtrantes. A casca da Moringa apresentou um valor de 0,46, enquanto as cascas de nozes 0,29, isso indica que quanto maior a porosidade melhor será o leito em estudo.

Ao término desse trabalho foi possível concluir que a casca da *Moringa oleífera* Lam tem um grande potencial quando relacionado com a remoção de contaminantes presentes na água produzida, indicando que o leito estudado pode ser considerado uma alternativa para o tratamento desse tipo de efluente. Propõem-se estudos ainda mais profundos nessa área, com a finalidade de alcançar uma maior eficiência da remoção do TOG, e para aprimoramento da tecnologia.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, C. A. **Remoção de contaminantes em meio aquoso por leitos de argila expandida**. Universidade de Aveiro. Portugal, 2005.

CONAMA 357, **Resolução Conama** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 357, de 17 de março de 2005.

CONAMA 393, **Resolução Conama** (Conselho Nacional de Meio Ambiente) Nº 393, de 08 de agosto de 2007.

CONAMA 430, **Resolução Conama** (Conselho Nacional do Meio Ambiente) Nº 430 de 13 de maio de 2011.

MIRANDA, C. S., BERGAMASCO, R.; Arcieri; SERAFINI, M. R.; SILVA, G. F. **Potencialidades da Moringa oleífera Lam**. v.1. São Cristóvão, Sergipe. UFS, 2011.

ROCHA, J. H. B.; GOMES, M. M. S.; FERNANDES, N. S.; SILVA, D. R.; MARTINEZ HUITLE, C. A. Application of electrochemical oxidation as alternative treatment of produced water generated by Brazilian petrochemical industry. **Fuel Processing Technology**. v. 96, p. 80-87, 2012.

SERAFINI, M. R.; SILVA, G. F. Moringa oleifera Lam: Informação tecnológica na área de concentração de ciências da saúde. **Potencialidades da Moringa oleífera Lam**. Editora UFS, v.3, p.73-84, 2013.

SILVA, P. K. L. **Remoção de óleo da água de produção por flotação em coluna utilizando tensoativos de origem vegetal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) apresentada a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2008.

STEPHENSON, M. T. **Components of produced water: a compilation of results from several industry studies**. SPE n.23313, p. 25-38, 1991.