



AVALIAÇÃO DE UM MEIO ADSORVENTE A PARTIR DA *Moringa oleifera* Lam PARA USO NO TRATAMENTO DE ÁGUA PRODUZIDA

DIAS, Brenda Avila^{1*}; SANTOS, Kryslaine Machado de Almeida²; SANTOS, Douglas Costa³; MACIEL, Tássia Andrade²; SILVA, Gabriel Francisco¹

¹ Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe

² Programa de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

³ Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe

* email: brendad.eng2010@hotmail.com

Resumo: *A água produzida, oriunda da extração e produção do petróleo, possui alto teor de óleo e graxas e é devido a esse fator a necessidade de ser tratada. O trabalho tem como propósito desenvolver um tratamento da água produzida com o uso de dois subprodutos triturados da Moringa oleifera Lam, atuando como adsorvente, para remoção do seu TOG: a vagem triturada completa (com semente) - Amostra A - e a vagem triturada sem a semente e sem a parte esponjosa da moringa - Amostra B. Para analisar a eficiência do projeto foi feito um estudo químico em escala laboratorial com auxílio da Análise BET e foi possível concluir que a Amostra B obteve uma melhor escolha pois mostrou uma alta área superficial, quanto maior a área superficial do adsorvente, maior é sua interação com o adsorvato. Porém, para o volume total dos poros, mostrou-se que a amostra A apresentou melhor resultado, quanto maior volume, melhor sua função de adsorvente. Com os dados fornecidos também foi possível construir as isotermas de adsorção e desorção para cada amostra e classificadas em mesoporos (2-50 nm), de acordo com a IUPAC. A partir dos resultados e comparações feitas com produtos já utilizados, observou-se a eficiência dos subprodutos da Moringa oleifera Lam como meio adsorvente que podem substituí-los como meio alternativo nas indústrias.*

Palavras-chave: *Meio Adsorvente; Tratamento de Água Produzida; Moringa oleifera Lam, Método BET.*

1. INTRODUÇÃO

Embora existam várias teorias sobre o surgimento do petróleo, a mais aceita é que ele surgiu através de restos orgânicos de animais e vegetais conservados no fundo de lagos e mares sofrendo transformações químicas ao longo de milhares de anos. O petróleo é conhecido por ser um combustível fóssil inflamável, possuindo estado físico oleoso e com densidade menor do que a da água. Além disso, é formada por uma combinação complexa de hidrocarbonetos.

Diversos produtos são derivados do petróleo, sendo assim, todas as indústrias petroquímicas ao redor do mundo acabam se deparando com segmentos que prejudicam ao meio ambiente. No segmento de extração o poluente mais relevante é “água produzida” (AP). A água produzida deve ser tratada para o seu descarte ou reinjeção no poço, atendendo aos padrões de reinjeção ou de lançamento, que diferenciam quanto ao teor de óleos e graxas, segundo as Resoluções CONAMA 357/05, 393/07 e 430/11. Essas resoluções estabelecem, entre outros parâmetros, que o pH da água para descarte deve estar entre 5 a 9, temperatura não superior a 40°C e não exceder em 3°C a temperatura do corpo receptor na zona de mistura e teor de óleos e graxas (TOG) médio de 29 mg/L e máximo 42 mg/L (SANTOS, 2015).

O descarte inadequado desta ao meio ambiente pode atrair sérios problemas ambientais, como a poluição em rios, mar, lagos, contaminação em aquíferos e do solo, danos à flora e à fauna o que origina punições severas às empresas extratoras. A escassez de água no mundo é um incômodo ao ambiente que impacta a população que necessita de água potável para seu uso diário. Alternativas de tratamento da mesma são possibilidades para uma melhor qualidade de vida podendo, por exemplo, fazer uso doméstico, na agricultura e até no auxílio de poços praticando a reinjeção, por exemplo, da AP tratada no reservatório durante a produção. De acordo com Silva (2000), a descoberta do uso das sementes da *Moringa oleifera* Lam para a purificação de água é de grande importância pois, é um tratamento de baixo custo comparado a tratamentos químicos convencionais, sendo assim uma fonte alternativa para o tratamento de águas produzidas.

Diante desse quadro, surge a necessidade de um tratamento das águas contaminadas provenientes da extração do petróleo e um dos métodos utilizado é a adsorção. Esta possui por definição, a capacidade de retenção de um fluido, por afinidade físico-química e por tamanho, através de uma superfície sólida. O presente trabalho tem por objetivo utilizar a *Moringa oleifera* Lam como meio adsorvente a fim de avaliar sua capacidade de adsorção do óleo em água e, além disso, caracterizar a semente através do método BET (Brunauer, Emmett and Teller - Teoria de Adsorção Multimolecular).

2. METODOLOGIA

As sementes da *Moringa oleifera* Lam foram coletadas de árvores localizadas na Universidade Federal de Sergipe e separadas duas amostras: a vagem triturada completa (com semente), definida como amostra A, e a vagem triturada sem a semente e sem a parte esponjosa da moringa, designada de amostra B. As amostras foram trituradas em liquidificador industrial e homogeneizadas em conjunto de peneiras a fim de obter um diâmetro médio das partículas e posteriormente cada uma separadamente foram analisadas para posterior comparação.

Após a preparação da amostra e remoção dos seus contaminantes, foi feita a análise termogravimétrica (TG) das amostras, a fim de determinar a temperatura máxima em que a amostra mantém suas propriedades originais, ou seja, sem haver nenhum tipo de degradação mássica. A determinação dessa temperatura foi essencial para o ajuste fino da amostra no BET, chamada de DEGAS, a fim de não degradar ou sinterizar a amostra.

Determinada a temperatura ideal, foi avaliada a capacidade de adsorção das amostras utilizando-se o método por adsorção de nitrogênio, BET (Figura 1), que mede o volume total de poros, o tamanho máximo dos poros, a área superficial da amostra e suas isotermas de adsorção e de dessorção.

Em sequência, 0,050g das amostras foram medidas em uma balança analítica e depositadas com o auxílio de uma espátula no balão (vidraria utilizada) onde também é inserido uma “armadilha” com lã de vidro para evitar o arraste da amostra. Posteriormente, a vidraria foi conectada a um plug no equipamento, envolvida por uma manta (isolante térmico) e colocada no DEGAS (ajuste fino da amostra para poder ser analisada na câmara de medida - formação de vácuo no sistema variando a pressão) à uma temperatura de, aproximadamente, 180°C, temperatura esta, determinada através da análise TG das amostras, por um tempo de 3h. Por fim, a amostra é colocada na outra câmara do equipamento, imersa em nitrogênio líquido, onde foram feitas as análises.



Figura 1 – Método BET

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades de análise adquiridas a partir do método BET (Brunauer, Emmett and Teller - Teoria de Adsorção Multimolecular) são mostrados na Tabela 1, conforme a seguir:

Tabela 1 – Resultados do Método BET para as amostras estudadas

Propriedades	Amostra A	Amostra B
A_s (m ² /g)	12,332	157,499
V_t (cm ³ /g)	0,025	0,143
T_p (Å)	40,543	18,180

Onde: A_s - área superficial; V_t - volume total dos poros; T_p - tamanho máximo dos poros; Amostra A - vagem triturada completa (com semente); Amostra B - vagem triturada sem a semente e sem a parte esponjosa da moringa.

De acordo com a Tabela 1, foi possível analisar que a Amostra B apresentou uma área superficial bem maior em relação a amostra A e, quanto maior a área do adsorvente, melhor a sua interação com o adsorvato. Os valores encontrados do tamanho máximo de poros, sinalizaram que as amostras A e B seriam ideais para adsorção de moléculas com poros moderados e maiores, permitindo classificá-las em mesoporos (2 - 50 nm), de acordo com a IUPAC. Já para o volume total dos poros, foi observado a amostra B apresentou um volume maior, corroborando assim, para a função de adsorvente. Nas Figuras 2 e 3, seguem as isotermas de adsorção/dessorção das amostras A e B.

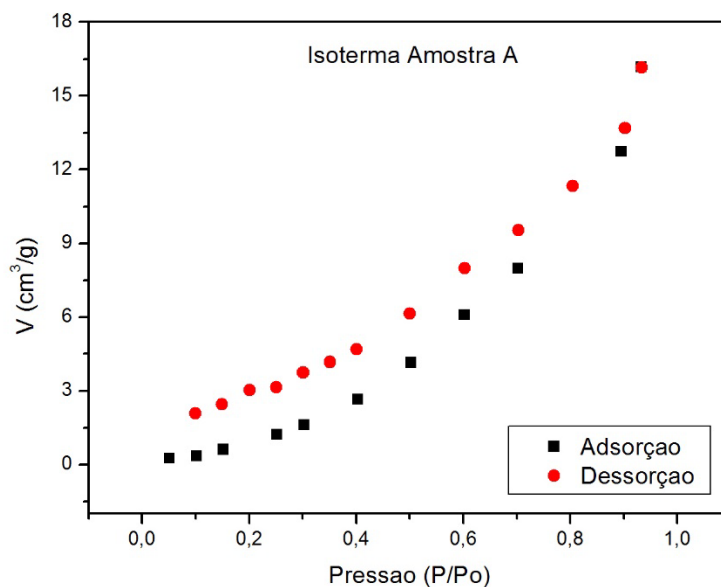


Figura 2 – Isotermas de Adsorção/Dessorção da Amostra A

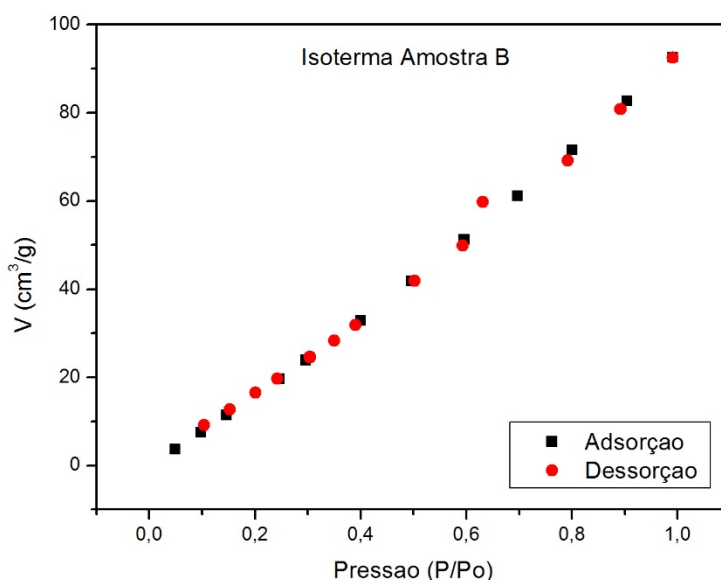


Figura 3 – Isotermas de Adsorção/Dessorção da Amostra B

A partir das quatro isotermas apresentadas, foi possível interpretar que a amostra B não possui histerese. Isso expressa que a amostra não apresenta capilaridade, como ocorre com a amostra A. Esse evento seria um problema caso a separação óleo/água acontecesse durante um transporte, e que o adsorvente está adsorvido na monocamada. Se B possuísse histerese seria mais eficiente, porém, mesmo assim é viável a sua aplicabilidade, de acordo com os dados da Tabela 1 já mencionados, utilizando a área superficial para armazenar os poluentes. Vale ressaltar que, de acordo com a literatura, a isoterma de dessorção é a que deve ser considerada,

pois o valor da pressão relativa na dessorção (saída do gás) corresponde a uma condição mais estável da amostra (SIELO, 2015).

Os dados recolhidos mostram que a moringa pode ser considerada uma boa alternativa para adsorção do óleo em meios contaminados como a água produzida, pois, os valores são próximos aos encontrados na literatura de outros materiais já utilizados como o carvão ativado (RUTZ, 2007) e rejeitos da alumina (LOUREIRO, 2012).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, foi possível analisar que os constituintes da *Moringa oleifera* Lam mostraram que a vagem triturada sem a semente e sem a parte esponjosa, Amostra B, seria a melhor escolha como adsorvente relacionado com a vagem triturada completa com semente, Amostra A. No entanto, é necessário um melhor estudo da sua capacidade adsorvitiva aplicacional e uma análise em grande escala da amostra.

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Dr. Gabriel Francisco da Silva a toda confiança depositada e a Universidade Federal de Sergipe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, I.; CRNKOVIC, P. M.; MILIOLO, F. E. Metodologia para o estudo da porosidade de dolomita em ensaio de sulfatação interrompida. 2010. Química Nova, V.33. São Paulo.

LOUREIRO, L. F. Avaliação da adsorção do herbicida 2,4-D em carvão ativado em pó e granular por meio de análises de isotermas de adsorção utilizando diferentes qualidades de água. 2012. Dissertação (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

RUTZ, E. G. Estudo da Adsorção de Corantes da Indústria Têxtil Usando Carvão Ativado e o Pó Retido no Filtro Eletrostático da Fabricação de Alumina como Adsorventes. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFOP, Ouro Preto.

SANTOS, K.M.A. Avaliação de um Meio Filtrante de Utilizando a Moringa oleífera Lam para Tratamento de Água Produzida. 2015. Tese (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Sergipe (UFS).

SILVA, Carlos R. R. Água Produzida na Extração de Petróleo. 2000. Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais na Indústria. Escola Politécnica Departamento de Hidráulica e Saneamento.

EVALUATION OF AN ADSORBENT MEAN FROM *Moringa oleifera* Lam FOR USE IN PRODUCED WATER TREATMENT

DIAS, Brenda Avila^{1*}; SANTOS, Kryslaine Machado de Almeida²; SANTOS, Douglas Costa³; MACIEL, Tássia Andrade²; SILVA, Gabriel Francisco¹

¹ Departamento de Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Sergipe

² Programa de Engenharia Química, Universidade Federal de Sergipe

³ Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Sergipe

* email: brendad.eng2010@hotmail.com

Abstract: *The produced water, originated from the extraction and production of petroleum, has a high content of oil and grease, so, due to this factor the necessity of treatment. The study is to develop a treatment of water produced using two byproducts of crushed Moringa oleifera Lam, acting as a means adsorbent for removal of TOG: the full crushed pod (with seed) and the crushed pods without seed and without the spongy part of moringa. To analyze the design efficiency a chemical study was done on laboratory scale with the aid of the BET Analysis and it was concluded that Sample B obtained a better choice because it showed a high surface area, how bigger is the surface area of the adsorbent, higher is their interaction with the adsorbate. To the total pore volume, the Sample B showed better results, how greater is the volume, better is the adsorbent function. With the provided data was possible to construct the adsorption and desorption isotherms for each sample, the samples A and B are classified in mesopores (2-50 nm), according to IUPAC. From the results, and comparisons with products used, was observed the efficiency of the byproducts of Moringa oleifera Lam as adsorbent means that can replace them in the industry as an alternative means.*

Keywords: *Means Adsorbent; Produced Water Treatment; Moringa oleifera Lam, BET Method.*