

## **AVALIAÇÃO DO PODER ADSORTIVO DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia tuna Mill*) SEM CASCA PARA USO NA REMOÇÃO DE GASOLINA COMUM EM CORPOS D'ÁGUA**

Lenilde Mérgia Ribeiro Lima<sup>1</sup>; Joanny Lays Bandeira Cruz da Silva<sup>2</sup>; Laedson Eneas Cavalcante<sup>3</sup>; Edgleiga Daise Alves Feitoza<sup>4</sup>; Lígia Maria Ribeiro Lima<sup>5</sup>; Vera Lúcia Meira de Moraes Silva<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Unidade Acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil. [mergia@ufcg.edu.br](mailto:mergia@ufcg.edu.br)

<sup>2, 3, 4</sup>Engenheiros de Biotecnologia e Bioprocessos. [joanny.bandeira@hotmail.com](mailto:joanny.bandeira@hotmail.com);  
[laedson.cavalcante@hotmail.com](mailto:laedson.cavalcante@hotmail.com); [gleigaeng@gmail.com](mailto:gleigaeng@gmail.com)

<sup>5</sup>Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, Brasil. [ligiauepb@gmail.com](mailto:ligiauepb@gmail.com)

<sup>6</sup>Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, Brasil. [meiravlms@gmail.com](mailto:meiravlms@gmail.com)

**Resumo:** Compostos orgânicos são liberados constantemente em efluentes como resultado de diversas atividades industriais, o que tornam as águas impróprias para os diferentes usos a que se destinam. Métodos alternativos com a utilização de materiais com fácil acesso e de baixo custo têm sido usados para retirada desse tipo de contaminante. A adsorção é uma técnica muito utilizada para o tratamento de efluentes, por utilizar produtos naturais obtidos de subprodutos da indústria e da agricultura. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o poder adsorptivo da biomassa palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) sem casca, como adsorvente para a remoção da gasolina em corpos d'água. Na metodologia utilizada para a obtenção da biomassa palma na forma particulada, o material passou por um processo de secagem natural e, em seguida, cominuição à forma de pó. Fez-se o estudo da cinética e do equilíbrio, em que, na cinética de adsorção foram avaliados tempos de 5 a 60 minutos (com intervalo de 5 minutos) e no equilíbrio, concentrações de contaminantes variando de 5 a 50%, com taxa de variação de 5%. Como resultado, pode-se observar que o processo foi rápido, com uma eficiência maior de adsorção no tempo 30 minutos, mantendo-se constante entre 35 e 45 minutos. No equilíbrio de adsorção, o modelo de Langmuir ajustou-se bem aos dados experimentais, com capacidade máxima de adsorção de 5,94 g.g<sup>-1</sup>. Os resultados confirmam que a palma forrageira sem casca, seca ao natural surge como uma biomassa promissora no processo de adsorção da gasolina.

**Palavras-chave:** Descontaminação, Adsorção, Palma forrageira.

### **Introdução**

As águas subterrâneas são fontes vitais para o fornecimento de água potável. São várias as atividades que têm gerado impacto no que se refere às águas subterrâneas, tais como a disposição inadequada de efluentes líquidos e os acidentes ambientais que, em muitas ocasiões, envolve o derramamento de derivados de petróleo que podem gerar uma carga de contaminação nesses efluentes (FERNANDES, 1997).

As principais fontes de contaminação do lençol freático são os postos de combustíveis, devido aos vazamentos ocorridos em tanques de armazenamento que, ao longo do tempo apresentam desgastes, corrosões e, por consequência, o derramamento de combustíveis ocorrendo a contaminação tanto do solo como das águas (MIORANZA, 2015).

O processo de adsorção destaca-se como uma técnica alternativa de grande potencial para o tratamento de efluentes, principalmente pela utilização de produtos naturais que podem ser obtidos de subprodutos da indústria e da agricultura. Muitos estudos têm comprovado a eficiência destes adsorventes para o tratamento de águas contaminadas por óleo, metais pesados e outras substâncias tóxicas (CURBELO, 2002).

Um dos materiais mais utilizados no processo de adsorção é o carvão ativado; no entanto, em função do seu custo elevado e necessidade de regeneração, outros materiais vêm sendo estudados e utilizados (SILVA, 2005). Alguns adsorventes de baixo custo são resíduos de operação agrícola ou industrial que estão facilmente disponíveis em grande quantidade, o que os torna uma matéria-prima de baixo custo (COELHO *et al.*, 2014).

As regiões climaticamente definidas como áridas e semiáridas representam aproximadamente 48 milhões de km<sup>2</sup>, distribuídas em 2/3 dos países do mundo. Nessas áreas o fenômeno da estiagem é normal e causa sérios prejuízos ao setor agropecuário. No Brasil, a faixa territorial considerada como semiárida representa 11% do território brasileiro e 60% da região Nordeste. Esta área é caracterizada por apresentar solos rasos de média a alta fertilidade, escassez e irregularidade das chuvas, tendo como principal atividade desenvolvida a pecuária (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

A palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) destaca-se no semiárido nordestino por apresentar um enorme potencial produtivo e múltiplas utilidades (LEITE, 2006). Além disso, torna-se atrativa para o processo de adsorção, visto que além de contribuir para a diminuição dos impactos ambientais causados pela contaminação de corpos d'água, é uma espécie de cultivar facilmente encontrado na região e resistente a períodos de estiagem (LIMA *et al.*, 2016).

Sendo assim, este trabalho propõe uma alternativa para remoção da gasolina de efluentes aquosos por meio de processos adsorptivos, avaliando a eficiência da biomassa palma forrageira como adsorvente, obtida por meio da secagem natural.

O trabalho teve como objetivo principal avaliar a eficiência adsorptiva da biomassa palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) sem casca, obtida a partir de secagem natural, quando utilizada

para remoção de gasolina presente em corpos d'água. O desempenho adsorptivo da biomassa foi avaliado por meio das curvas cinéticas para a caracterização da dinâmica de adsorção entre o adsorvente palma forrageira sem casca e a mistura água/gasolina e das isotermas obtidas pela análise de equilíbrio.

## Metodologia

O contaminante utilizado no experimento foi a gasolina, obtida de postos de combustíveis do município de Sumé-PB. Como adsorvente foi utilizada a palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) sem casca na forma particulada.

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Câmpus de Sumé-PB, nos Laboratórios de Química Orgânica e de Solos. A metodologia baseou-se no trabalho de Lima *et al.* (2014). A palma foi coletada de um plantio da própria Universidade; em seguida, foi retirada toda a casca do material para que a palma forrageira sem casca fosse exposta ao ar por um período de três dias. Após este período, o material apresentou-se conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1.** Biomassa após ser submetida à secagem a céu aberto.

Após a secagem, houve a preparação da biomassa de palma na forma particulada, na qual a matéria-prima foi submetida à cominuição para forma de pó, utilizando-se um moinho de facas para obter a granulometria na faixa entre 1 e 2 mm.

### Cinética de Adsorção

Para o estudo da cinética foram preparados 12 frascos Erlenmeyer, contendo quantidades fixas de água e gasolina (40 mL de água e 12 mL de gasolina) e colocados em uma mesa vibratória, sob agitação de 130 rpm (Figura 2).



**Figura 2.** Frascos Erlenmeyer contendo a mistura água, óleo e biomassa sob agitação em mesa vibratória a 130 rpm.

Foi acrescentada a mesma quantidade do adsorvente para todos os frascos (1.2 g) do adsorvente em estudo. Os tempos avaliados variaram entre 5 e 60 minutos, com intervalo de 5 minutos para cada Erlenmeyer. Após o tempo de agitação, as amostras foram filtradas em uma peneira comum, de forma que a palma (adsorvente) ficasse retida na peneira, enquanto a fase líquida escoava. Com o auxílio de provetas de 100mL, foi realizada a aferição volumétrica das amostras ao final do tempo de contato entre o adsorbato e o adsorvente para, assim, determinar o volume de gasolina adsorvida. Ao final, foi determinada a massa do adsorvente em balança analítica.

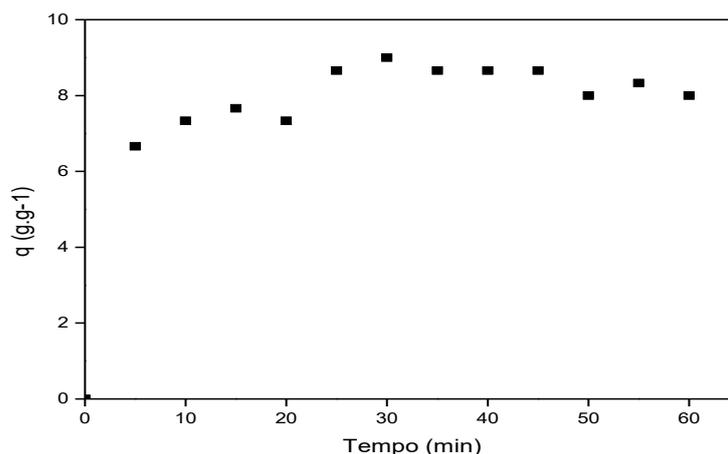
### Estudo do Equilíbrio

Para o estudo do equilíbrio foram utilizados 12 frascos Erlenmeyer, contendo água e gasolina com faixa de concentrações entre 5 e 50%, com variação de 5% para cada frasco, mantendo a mesma quantidade do adsorvente para todos os frascos (1.2 g), sob agitação de 130 rpm, por um período de 60 minutos. Em seguida, a amostra foi filtrada com o auxílio de uma peneira e realizada a aferição volumétrica em proveta de 100 mL e, ao final do processo, determinada a massa do adsorvente.

## Resultados e Discussão

### Cinética de Adsorção

A partir dos dados obtidos dos experimentos de cinética de adsorção, foi construída a curva referente à quantidade de gasolina adsorvida em relação ao tempo de contato e agitação, apresentada na Figura 3.

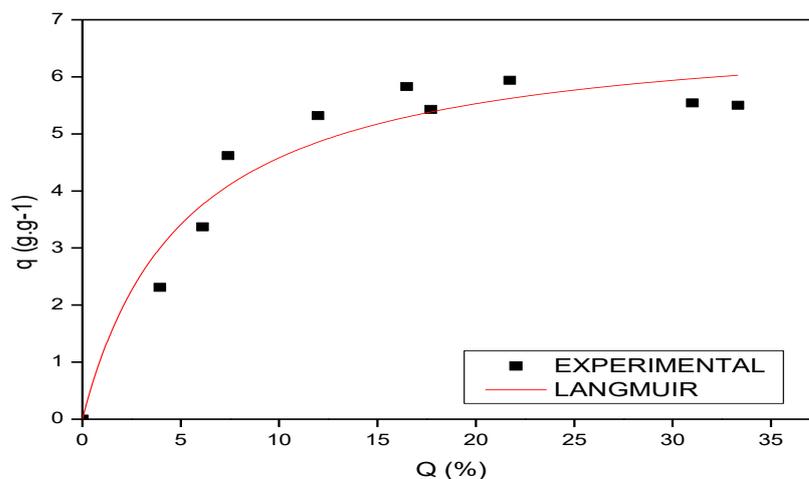


**Figura 1.** Curva cinética para adsorção de gasolina pela biomassa palma forrageira.

Pode-se observar que a taxa de adsorção foi rápida, com valores próximos nos primeiros vinte minutos de contato da gasolina com a biomassa. Os melhores resultados de adsorção foram obtidos após os 20 minutos de contato. Após esse tempo foi observado um acréscimo quanto à capacidade adsorptiva da biomassa, sendo o melhor resultado observado no tempo de 30 minutos. Foi observado também que, comparando com Martins (2016), a utilização da biomassa da palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) sem casca tem mostrado uma melhor eficiência na capacidade de adsorptiva em relação à palma forrageira com casca.

### Equilíbrio na Adsorção

Para obtenção das isotermas de equilíbrio foi construído um gráfico, a partir dos resultados obtidos, variando a concentração do contaminante de 5 a 50 %. O modelo de Langmuir foi ajustado aos resultados para avaliação da capacidade adsorptiva da biomassa, conforme mostrado na Figura 4.



**Figura 4.** Isoterma de adsorção para biomassa palma forrageira seca ao natural, ajustada ao modelo de Langmuir.

Os resultados obtidos indicam que a capacidade máxima de adsorção ( $q$ ) foi de 5,94  $\text{g.g}^{-1}$ . Comparando com Martins (2016), que obteve capacidade máxima de adsorção 5,445  $\text{g.g}^{-1}$ , houve um aumento na capacidade de adsorção com a biomassa sem casca. Pode-se observar, ainda, que a isoterma de Langmuir adequou-se bem aos resultados obtidos.

## Conclusões

A partir dos experimentos realizados pode-se concluir que a utilização da palma forrageira sem casca foi considerada satisfatória para utilização na descontaminação de corpos d'água com presença de gasolina, utilizando a técnica de adsorção.

A cinética de adsorção foi rápida visto que, nos primeiros cinco minutos de contato entre a mistura (água/gasolina) e o adsorvente (biomassa palma forrageira em casca), houve remoção do contaminante pela biomassa.

A isoterma de adsorção mostrou-se bem ajustada ao modelo de Langmuir, sendo favorável à adsorção. O equilíbrio de adsorção foi alcançado, com valores considerados significativos de remoção do contaminante (5,94  $\text{g.g}^{-1}$ ), comparando-se com a literatura existente.

A palma forrageira sem casca mostrou ser uma alternativa eficiente, econômica e sustentável para remoção de gasolina presente em água.

## Agradecimentos

À Unidade Acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos (UAEB) e ao Laboratório de Solos (LASOL).

## Referências

- COELHO, F. C., Gonçalves JR, A. C., Sousa, R. F. B., Schwantes, D., Miola, A. J., Domingues, C. V. R. Uso de técnicas de adsorção utilizando resíduos agroindustriais na remoção de contaminantes em águas. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v.3, n. especial, p.291-317, 2014.
- CURBELO, F. D. S. **Estudo da remoção de óleo em águas produzidas na indústria de petróleo, por adsorção em coluna utilizando a vermiculita expandida e hidrofobizada**. Dissertação de mestrado (Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal- RN, 2002.
- FERNANDES, M. **Influência do etanol na solubilidade de hidrocarbonetos em aquíferos contaminados por gasolina**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 1997.
- LEITE, M. L. M. V. Palma Forrageira (*Opuntia fícus indica* e *Nopaleacochenilifera*). Universidade Federal da Paraíba. Areia- PB, 2006.
- LIMA, L. M. R., COSTA, K. J. B., OLIVEIRA, E. D. C., OLIVEIRA, E. K. G., SANTOS, T. C., SILVA, V. L. M. M. **Utilização do mandacaru (*Cereus jamacaru*) como biomassa adsorvente de gasolina presente em corpos d'água**, In: X Encontro Brasileiro sobre Adsorção, Guarujá-SP, 2014.
- LIMA, L. M. R., TAVARES, D., OLIVEIRA, F. J. C., SILVA, J. L. B. C.; MARTINS, T. D. N.; LIMA, L. M. R. L. **Avaliação do poder adsorvente da palma forrageira (*Opuntia fícus*) para remoção de contaminantes hidrogenocarbonados em águas de descarte**. In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Fortaleza-CE, 2016.
- MARTINS, T. D. N. **Estudo da capacidade adsorvente da biomassa palma forrageira (*Opuntia fícus*) como adsorvente para remoção de contaminantes orgânicos em corpos d'água**. Monografia (Engenharia de Biotecnologia). Universidade Federal de Campina Grande. Sumé - PB, 2016.
- MIORANZA, D. T. **Remoção de gasolina sintética de corpos hídricos utilizando carvão ativado como adsorvente**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 2015.
- OLIVEIRA, F. T.; Souto, J. S.; Silva, R. P.; Filho, F. C. A.; Júnior, E. B. P. PALMA FORRAGEIRA: adaptações e importâncias para os ecossistemas áridos e semiáridos. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável. **Revista Verde**. Vol.5, Nº.4, p. 27 - 37, 2010.
- SILVA, A. T. **Influência da temperatura na adsorção do corante azul de metileno utilizando serragem de *Pinus elliottii* como um adsorvente alternativo: um modelo para o tratamento de efluentes têxteis**. Monografia (Bacharel em Química) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis- SC, 2005.