



Avaliação da casca de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) como biossorvente natural na remoção de inseticida

Evaluation of tamarind bark (*Tamarindus indica* L.) as a natural biosorbent for insecticide removal

Letícia Emanuelle da Silva Abreu¹, Flávia Freitas Guimarães², Maraísa Lopes de Menezes³

RESUMO

Inseticidas, quando usados de forma errônea, são prejudiciais à saúde e ao ecossistema, desta forma, há uma crescente procura por materiais com baixo custo e alta eficiência que possam ser utilizados como adsorventes, entre eles, tem-se os biossorventes. Com grande produção no nordeste brasileiro, surge o tamarindo (*Tamarindus indica* L.) que ainda possui baixo aproveitamento de seus resíduos, sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo determinar a capacidade de adsorção das cascas do tamarindo, para a remoção de imidacloprid. Foram realizadas a avaliação da influência do pH e da massa ideal do adsorvente, além da determinação da cinética de adsorção e das isotermas. Por meio desses ensaios, obteve-se um pH ideal equivalente a 8,33 e a quantidade de adsorvente que apresentou uma maior remoção do inseticida foi de 60 mg. Para a cinética de adsorção, o equilíbrio de remoção foi atingido aos 60 minutos e para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C obteve-se isotermas com características favoráveis.

PALAVRAS-CHAVE: adsorção; inseticida; tamarindo.

ABSTRACT

Insecticides, when used incorrectly, are harmful to health and the ecosystem, so there is a growing demand for low-cost, highly efficient materials that can be used as adsorbents, including biosorbents. Tamarind (*Tamarindus indica* L.), which is widely produced in the north-east of Brazil, still has little use for its waste. The aim of this study was therefore to determine the adsorption capacity of tamarind shells for removing imidacloprid. The influence of pH and the ideal mass of the adsorbent were evaluated, as well as determining the adsorption kinetics and isotherms. Through these tests, an ideal pH equivalent to 8.33 was obtained and the amount of adsorbent that showed the greatest removal of the insecticide was 60 mg. For the adsorption kinetics, the removal equilibrium was reached at 60 minutes and for temperatures of 30°C, 45°C and 60°C, isotherms with favorable characteristics were obtained.

KEYWORDS: adsorption; insecticide; tamarind.

INTRODUÇÃO

Inseticidas são compostos químicos usados para o controle de pragas, desta forma, quando aplicados direta ou indiretamente sobre os insetos, em concentrações adequadas, provocam a sua morte (SAVARY *et al.*, 2019). Porém, quando ingeridos, inalados ou ao entrar em contato com a pele, podem causar intoxicação, visto que no organismo humano esses defensivos agrícolas provocam principalmente problemas cardíacos e dificuldade de respiração (O'MALLEY, G.; O'MALLEY R., 2022).

O processo de adsorção vem sendo estudado para uma remoção eficiente de compostos químicos. A adsorção é uma operação de separação que tem se destacado,

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: leticiaabreu@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 3255845593256811.

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: flaviaguimaraes@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8085373501081692.

³Docente no Curso Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: maraisal@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8654977477455163.



na qual substâncias presentes em uma fase líquida são removidas quando adsorvidas ou acumuladas em uma fase sólida. Esse processo é utilizado na remoção de sabor, odor, cor e substâncias, incluindo contaminantes emergentes (CRITTENDEN et al., 2012).

Há uma crescente procura por materiais que possam ser utilizados como adsorventes, sendo esses de baixo custo, fácil disponibilidade e alta eficiência, tais como os biossorventes oriundos de resíduos agroindustriais (subprodutos agrícolas) ou microrganismos (LESMANA et al., 2009).

Do setor agrícola brasileiro, ressalta-se a fruticultura, com sua diversidade. Entre as variadas espécies, tem-se destaque o tamarindo (*Tamarindus indica* L.) com maior produção na região nordeste do Brasil. A casca desse fruto é uma biomassa de natureza lignocelulósica, ou seja, são formados por fibras vegetais, tendo a maior parte da sua estrutura polimérica composta por lignina, celulose e hemicelulose (NERIS et al., 2019). Contudo, esse recurso possui baixo aproveitamento tecnológico, somada a uma escassez de trabalhos científicos a respeito (SILVA JÚNIOR, 2016).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar as cascas do tamarindo como adsorvente para a remoção do defensivo agrícola imidacloprid de soluções aquosas.

METODOLOGIA

CURVA DE CALIBRAÇÃO

Inicialmente, realizou-se uma curva de calibração, adotando a faixa de concentração de 1,00 a 12,00 mg L⁻¹ e, para esse propósito, utilizaram-se balões de 10 mL previamente calibrados e soluções de imidacloprid, tais quais foram preparadas a partir da diluição seriada. Para a curva de calibração do defensivo agrícola imidacloprid, o comprimento de onda utilizado foi de máxima absorção de luz ($\lambda_{m\acute{a}x} = 270\text{ nm}$) no pH 6,30.

Após a leitura no espectrofotômetro UV-Vis, determinou-se a quantidade de imidacloprid adsorvido (q_t) após os ensaios de adsorção por meio da Equação 1.

$$q_t = \frac{V(C_0 - C_t)}{m_{ads}} \quad (1)$$

Em que:

- q_t : quantidade de imidacloprid adsorvido por grama de adsorvente em um determinado tempo (mg g⁻¹);
- V : volume da solução (L);
- C_0 : concentração inicial da solução de imidacloprid (mg L⁻¹);
- C_T : concentração de imidacloprid após a adsorção (mg L⁻¹);
- m_{ads} : massa de adsorvente (g).

AValiação DA INFLUÊNCIA DO pH

Para esta análise, adicionou-se 60,00 mg de casca do tamarindo com 10,00 mL da solução de imidacloprid (10,00 mg L⁻¹), com o pH variando entre 2 a 11 pela adição de HCl (0,1 mol L⁻¹) e NaOH (0,1 mol L⁻¹) na temperatura de 25±2 °C. Após 24 horas de agitação constante na incubadora shaker as soluções foram retiradas, filtradas e analisadas.



AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MASSA DO ADSORVENTE

Para analisar o efeito da dosagem do adsorvente na adsorção do imidacloprid, foram realizados ensaios com o pH ideal estabelecido no tópico anterior, mantendo-se um volume da solução aquosa constante de 10,00 mL na concentração de 10,00 mg L⁻¹ de imidacloprid, variando-se apenas a massa da casca do tamarindo (10, 20, 40, 60, 80 e 100 mg) na temperatura de 25±2 °C. Após 24 horas, as amostras foram retiradas e submetidas à filtração e analisadas.

DETERMINAÇÃO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO

Para o estudo da cinética de adsorção, foram realizados ensaios com o pH e massa de casca do tamarindo ideais estabelecidos nos tópicos anteriores. Adicionou-se a casca do tamarindo em erlenmeyers de 125 mL contendo 10,00 mL da solução do imidacloprid na concentração de 10,00 mg L⁻¹, os quais foram submetidos a uma agitação constante variando-se o tempo de contato entre 3 minutos até 32,5 horas, na temperatura de 25±2 °C. Após cada um dos intervalos de tempo estabelecidos, as amostras foram retiradas e filtradas, posteriormente analisadas e realizados os ajustes dos modelos matemáticos de cinética de adsorção aos dados experimentais por meio de regressão não linear.

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DAS ISOTERMAS

Os ensaios para a construção das isotermas de adsorção foram realizados nas temperaturas de 30, 45 e 60 ± 2 °C, com a massa de adsorvente e o valor de pH ideais estabelecidos anteriormente, durante o tempo de equilíbrio pré-determinado na cinética de adsorção. O volume da solução de imidacloprid nos erlenmeyers foi mantida constante de 10,00 mL, variando-se a sua concentração inicial entre 10 a 280 mg L⁻¹. Após o tempo estabelecido, as amostras foram retiradas e submetidas à filtração e posteriormente analisadas, também foram realizados os ajustes dos modelos matemáticos de isotermas de adsorção aos dados experimentais por meio de regressão não linear.

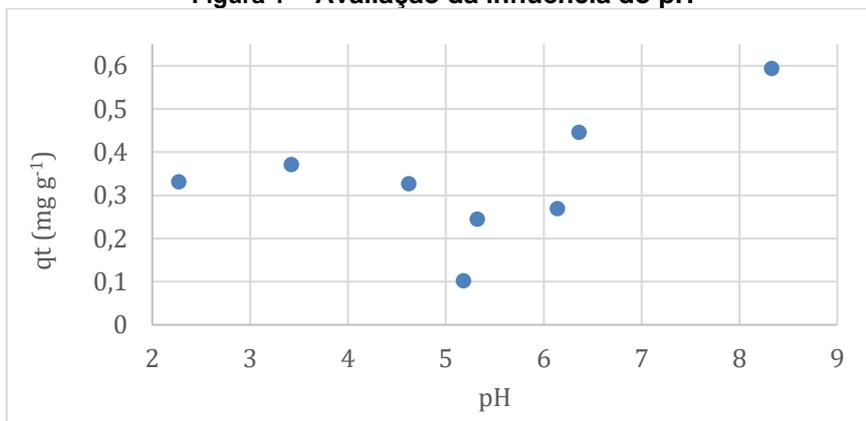
RESULTADOS E DISCUSSÕES

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO pH

O pH é um parâmetro de grande relevância na adsorção, pois afeta a carga superficial dos adsorventes e determina o grau de distribuição das espécies químicas (APEEL *et al*, 2003). Por meio da Figura 1, é possível observar que para o pH com valor de 8,33 tem-se a maior quantidade de imidacloprid adsorvido por grama de adsorvente (qt), equivalente a 0,59 mg g⁻¹, sendo esse, então, o valor de pH ideal para a casca de tamarindo como bioadsorvente.



Figura 1 – Avaliação da influência do pH

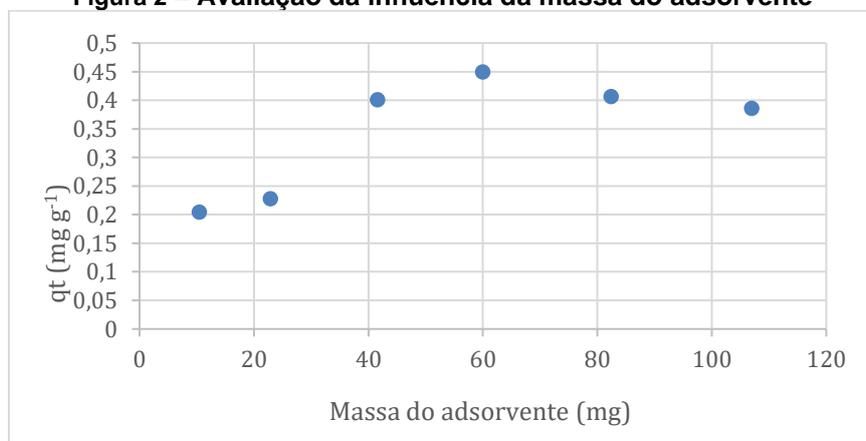


Fonte: Autoria própria (2023)

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA MASSA DO ADSORVENTE

A quantidade em massa da casca do tamarindo ideal, ou seja, que possui maior adsorção do inseticida é equivalente a 60 mg, contando com 0,45 mg g⁻¹ de defensivo agrícola adsorvido, assim como apresenta a Figura 2

Figura 2 – Avaliação da influência da massa do adsorvente



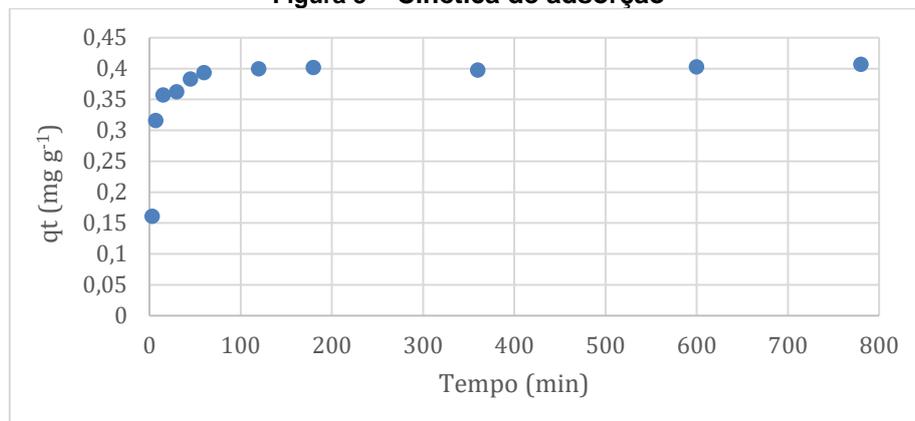
Fonte: Autoria própria (2023)

DETERMINAÇÃO DA CINÉTICA DE ADSORÇÃO

A partir da Figura 3 é possível analisar a cinética de adsorção, na qual a adsorção aumenta com o tempo na fase inicial, de 0 a 45 minutos. Aos 60 minutos foi atingido o tempo de equilíbrio, desta forma, após esse tempo, a quantidade de imidacloprid adsorvida não variou significativamente.



Figura 3 – Cinética de adsorção



Fonte: Autoria própria (2023)

DETERMINAÇÃO DAS ISOTERMAS DE ADSORÇÃO

A partir da equação linearizada do Modelo de Langmuir, foi possível determinar o parâmetro de equilíbrio (R_L), que indica se a adsorção é favorável ou desfavorável. Com os valores da concentração de adsorbato no equilíbrio (C_e) e a quantidade adsorvida de por grama de adsorvente (q_e), foi possível encontrar as equações da reta para cada temperatura. Os valores obtidos de R_L foram 0,82, 0,97 e 0,94 para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C, respectivamente.

Desta forma, para valores de R_L que estão entre 0 e 1, o tipo de isoterma é considerado favorável de acordo com o Modelo de Langmuir.

CONCLUSÃO

Com a finalidade de remoção do defensivo agrícola imidacloprid, por meio de ensaios, foi possível avaliar o pH ideal, sendo esse equivalente a 8,33 e obteve-se quantidade de adsorvente que apresentou uma maior remoção do inseticida, sendo essa de 60 mg. Para a cinética de adsorção, o equilíbrio de remoção foi atingido aos 60 minutos, desta forma, após esse tempo, a quantidade de imidacloprid adsorvida não variou significativamente.

A partir dos dados de pH, massa de adsorvente e equilíbrio de remoção, foi possível determinar se as isotermas de adsorção eram ou não favoráveis, por meio do Modelo de Langmuir. Portanto, conclui-se que para as temperaturas de 30°C, 45°C e 60°C as isotermas apresentam características favoráveis, desta forma, o tamarindo se enquadra como uma boa opção de biossolvente para a remoção de defensivos agrícolas, com características parecidas ao imidacloprid, de meios aquosos.



Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por ser essa instituição que dá oportunidades de grandes aprendizados, a minha orientadora, Professora Maraísa por todos os ensinamentos e a Flávia por ter sido minha companheira no laboratório e por me ajudar e ensinar tanto sobre adsorção.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

APEEL, C.; MA, L. Q.; RHUEL, R. D; KENNELLEY, E. Point of zero charge determination in soils and minerals via traditional methods and detection of electroacoustic mobility.

Geoderma, v. 113, p. 77-93, 2003. DOI: 10.1016/S0016-7061(02)00316-6

CRITTENDEN, J. C; TRUSSELL, R. R; HAND, D. W; HOWE, K. J; TCHOBANOGLIOUS, G. **MWH's water treatment: principles and design**. 3 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. 1901 p., 2012.

LESMANA, S. O.; FEBRIANA, N; SOETAREDJO, F. E.; SUNARSO, J; ISMADJI, S. Studies on potential applications of biomass for the separation of heavy metals from water and wastewater. **Biochemical Engineering Journal**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 19-41, abr. 2009. Elsevier BV. DOI :10.1016/j.bej.2008.12.009.

NERIS, J. B. et al. Evaluation of adsorption processes of metal ions in multi-element aqueous systems by lignocellulosic adsorbents applying different isotherms: A critical review. **Chemical Engineering Journal**, Vol. 357, Pages 404–420, 2019. DOI: 10.1016/j.cej.2018.09.125

O'MALLEY, G.F; O'MALLEY, R. Intoxicação por inseticidas. **Manual MSD**, 2022. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/les%C3%B5es-e-envenenamentos/envenenamento/intoxica%C3%A7%C3%A3o-por-inseticidas>. Acesso em: 17 set. 2023.

SAVARY, S. *et al.* The global burden of pathogens and pests on major food crops. **Nature Ecology & Evolution**, v. 3, p. 430–439, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>

SILVA JUNIOR, R. P. da. **ESTUDOS DE ADSORÇÃO DE AZUL DE TOLUIDINA E SAFRANINA EM BIOMATERIAL LIGNOCELULÓSICO**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2016.