



AVALIAÇÃO DE CARVÃO MINERAL PIROLISADO PARA REMOÇÃO DE PESTICIDAS EM ÁGUA¹

**Camila Fernanda Amaral Dornelles², Luis Fernando Noronha², Matias Schadeck Netto³,
Fernanda da Cunha Pereira³**

¹ Projeto de pesquisa desenvolvido na Unijuí

² Estudante do Curso de Engenharia Química

³ Professor do Curso de Engenharia Química

INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso natural indispensável para a manutenção e continuidade da vida em todas as suas formas. Garantir a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, incluindo o acesso universal à água potável e segura e utilizando os recursos hídricos de forma eficiente são os principais objetivos do 6º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS-6). Dessa forma, a ODS 6 busca assegurar que todos tenham acesso à água potável e saneamento de forma sustentável até 2030.

Os pesticidas são compostos orgânicos utilizados no controle de pragas e ervas daninhas que possam prejudicar a produtividade do setor agroindustrial e assim garantir que as demandas alimentícias atuais sejam alcançadas. Devido à alta toxicidade desses compostos, a baixa biodegradabilidade e alta persistência, a contaminação de solos e águas subterrâneas pelo descarte irregular dos efluentes industriais associados com o manejo indevido, torna-se um grave problema ambiental (Pavlovic et al., 2005).

O Brasil se destaca mundialmente pelo alto consumo de agrotóxico, representando mais de 80% de todo consumo da América Latina. Somente no ano de 2018 foram comercializados no Brasil 48 mil toneladas do pesticida 2,4-D. O ácido 2,4-dicloro fenoxiacético (2,4-D) é um herbicida seletivo, muito utilizado nas culturas da soja, milho e arroz, no combate de ervas daninhas. Possui elevada eficiência, baixo custo e boa seletividade (Hameed et al., 2009). O 2,4-D pode afetar negativamente o desenvolvimento de diversas plantas e peixes (Li et al., 2017), além de ser possivelmente carcinogênico (Derylo-Marczewska et al., 2010), e se mostrar prejudicial aos rins e fígado em seres humanos (Jung; Hasan; Jung, 2013).



Embora existam inúmeros métodos de tratamento de efluentes contaminados com pesticidas, a adsorção surge como uma alternativa aos métodos de tratamento usuais, uma vez que é de fácil operação, baixo custo e alta eficiência. A adsorção também tem a vantagem de poder ser aplicada a uma vasta gama de poluentes tanto orgânicos como inorgânicos (Alouani et al., 2018).

O carvão mineral está presente em mais de 70 países ao redor do mundo, distribuído por diversos continentes, com uma produção anual estimada em cerca de 5,5 bilhões de toneladas. O carvão pode ser obtido através de minas a céu aberto ou subterrâneas e enviado às usinas de beneficiamento, onde são gerados resíduos sólidos e efluentes líquidos, os quais podem gerar drenagem ácida devido a oxidação de minerais sulfetados, na exposição combinada de água e oxigênio (Silva et al., 2009). Dessa forma, torna-se imprescindível garantir um destino correto para os rejeitos advindos dessa atividade industrial. Sendo assim, o objetivo deste trabalho consiste na utilização de um resíduo da indústria de mineração para avaliar a remoção de um contaminante orgânico em solução aquosa e capacidade de adsorção do carvão mineral pirolisado.

METODOLOGIA

Síntese do adsorvente

Para a síntese do material adsorvente, uma amostra de rejeito de carvão mineral foi coletada no município de Lauro Müller, na bacia carbonífera do estado de Santa Catarina. Esse material foi moído, lavado com água destilada para remoção de impurezas, seguido então para a etapa de pirólise.

Para a pirólise, 15 g de carvão foram misturados com 15 g de cloreto de zinco, e colocados no forno de pirólise por 600 °C por 2 horas. Após esse tempo, o sólido final foi lavado com ácido clorídrico para remoção do cloreto de zinco residual, seguido de lavagem até pH neutro.

Experimentos de Adsorção

Para os experimentos de adsorção, uma solução de 25 mg/L foi preparada diluindo o 2,4-D em água deionizada. Foi avaliado a remoção do 2,4-D e também capacidade de adsorção do adsorvente, em função da massa de carvão pirolisado utilizada.



Os experimentos consistiram em colocar 5 diferentes dosagens de adsorvente, variando de 0,015 g a 0,035 g, em uma concentração inicial de pesticida de 25 mg/L em um pH de 3, por um período de 3 horas. Ao final, cada solução foi centrifugada para remoção dos sólidos, e a concentração de equilíbrio do 2,4-D foi medida em um espectrofotômetro no comprimento de onda de 229 nm.

A remoção do pesticida (R%), e a capacidade de adsorção (q_e) do carvão mineral foram calculadas conforme as equações 1 e 2 respectivamente:

$$R\% = (C_i - C_e) / C_i * 100\% \quad (1)$$

$$q_e = (C_i - C_e) * V / m \quad (2)$$

onde C_i e C_e (mg/L) representam a concentração inicial e final do pesticida respectivamente; V (L) representa o volume da solução; e m (g) representa a massa de adsorvente.

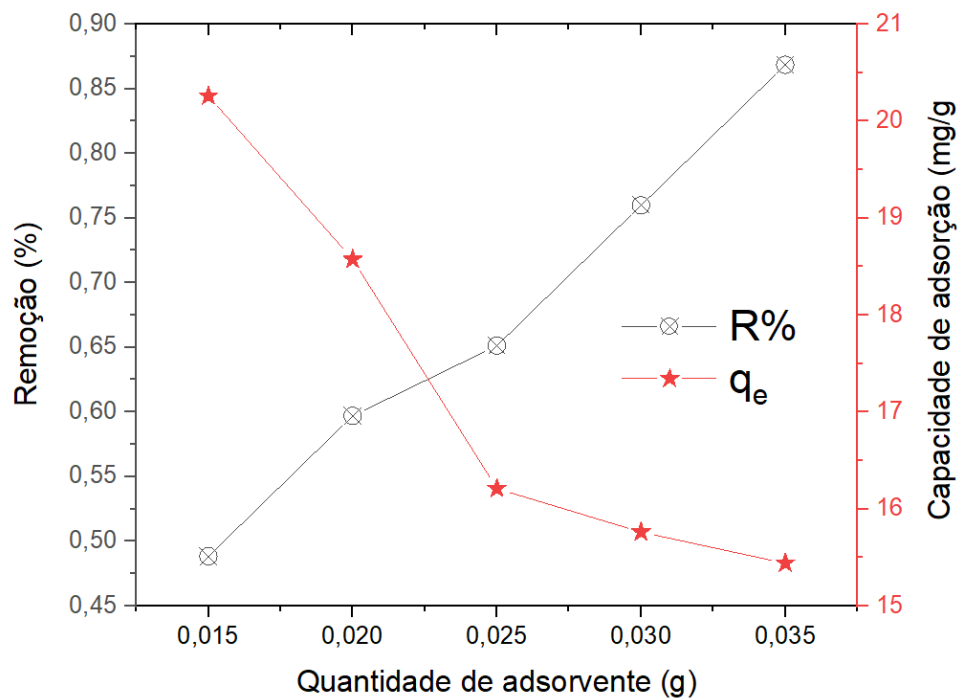
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 é mostrado o gráfico de remoção do 2,4-D e capacidade de adsorção do carvão pirolisado em função da massa de adsorvente. É evidente que conforme a massa de adsorvente aumenta, maiores remoções do contaminante são encontradas, indo de 47% até 87% de remoção na dosagem de 0,035 g. Isso ocorre porque, à medida que a quantidade de adsorvente no meio aumenta, maiores são as quantidades de sítios ativos disponíveis responsáveis pela adsorção.

Efeito contrário é observado considerando a resposta capacidade de adsorção, uma vez que segundo a equação 2, a massa de adsorvente e a capacidade são inversamente proporcionais. Uma vez que conforme a disponibilidade de sítios ativos aumenta, um incremento na competição pelo adsorbato entre eles é evidenciada. Por isso, maiores capacidades são encontradas na menor quantidade de carvão mineral, que é de 0,015 g, sendo a capacidade de 20 mg/g.



Figura 1 - Efeito da dosagem de adsorvente na remoção (R%) do 2,4-D e na capacidade de adsorção (q_e) do carvão mineral pirolisado



A interseção entre as duas curvas representa a dosagem ótima de adsorvente, a qual garante máxima remoção e máxima capacidade de adsorção do carvão mineral pirolisado, para a sequência dos estudos de adsorção, no qual serão verificados a influência do tempo e da temperatura na remoção do pesticida 2,4-D em solução aquosa. Esse ponto corresponde à massa de 0,023 g de carvão mineral, que representa uma remoção de mais de 60% e uma capacidade de adsorção de 17,5 mg/g.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água potável é um recurso essencial para a vida e sua preservação exige estratégias que conciliam desenvolvimento econômico e sustentabilidade ambiental. Neste estudo, foi possível demonstrar que resíduos da indústria carbonífera, após tratamento por pirólise, apresentam potencial de aplicação como adsorventes na remoção do herbicida 2,4-D em solução aquosa. Os resultados evidenciaram que o carvão mineral pirolisado apresenta boa



eficiência na adsorção, atingindo remoções de até 87% e capacidade máxima de 20 mg/g, valores que confirmam a viabilidade do material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALOUANI, M. EL *et al.* Removal of Cationic Dye Methylene Blue from Aqueous Solution by Adsorption on Algerian Clay. **Journal of Materials and Environmental Sciences**, v. 9, n. 1, p. 32–46, 2018.
- DERYLO-MARCZEWSKA, A. *et al.* Adsorption of selected herbicides from aqueous solutions on activated carbon. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 101, n. 2, p. 785–794, 2010.
- JUNG, Beom K.; HASAN, Zubair; JHUNG, Sung Hwa. Adsorptive removal of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) from water with a metal-organic framework. **Chemical Engineering Journal**, v. 234, p. 99–105, 2013.
- LI, Kang *et al.* Developmental toxicity of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid in zebrafish embryos. **Chemosphere**, v. 171, p. 40–48, 2017.
- PAVLOVIC, I. *et al.* Adsorption of acidic pesticides 2,4-D, Clopyralid and Picloram on calcined hydrotalcite. **Applied Clay Science**, v. 30, n. 2, p. 125–133, 2005.
- SILVA, L. F. O. *et al.* Characterization of Santa Catarina (Brazil) coal with respect to human health and environmental concerns. **Environmental Geochemistry and Health**, v. 31, n. 4, p. 475–485, 2009.