

UTILIZAÇÃO DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR FUNCIONALIZADO COM NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE FERRO PARA REMOÇÃO DE TRICLOSAN

Amanda Carla da Silva¹, Luís Fernando Cusioli², Rosângela Bergamasco³

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Química, Campus Maringá/PR, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Bolsista PIBIC/Fundação Araucária - UEM. ra109561@uem.br

² Doutorando em Engenharia Química, Campus Maringá/PR, Universidade Estadual de Maringá – UEM. Bolsista. luiscusioli@gmail.com

³ Professora do Departamento de Engenharia Química, Campus Maringá/PR, Universidade Estadual de Maringá – UEM. ro.bergamasco@hotmail.com

RESUMO

A contaminação em corpos hídricos por contaminantes emergentes nos últimos anos está se tornando um problema cada vez maior, uma vez que não se sabe o tamanho do impacto ocasionado ao meio ambiente. Ademais, muitas indústrias geram resíduos agroindustriais que podem reduzir os custos necessários com o tratamento antes do seu descarte. Pensando nessa problemática, o processo de adsorção torna-se interessante, no qual possibilita a remoção dos contaminantes emergentes utilizando resíduos agroindustriais, sendo um processo de fácil operação, simples e de baixo custo. O objetivo do presente trabalho será avaliar a capacidade de adsorção e porcentagem de remoção desses poluentes emergentes utilizando resíduos agroindustriais, nesse caso, bagaço de cana-de-açúcar funcionalizado com nanopartículas de óxido de ferro. A metodologia será desenvolvida em duas etapas, a primeira parte será em caracterizar o biossorbente após o tratamento químico e térmico. As caracterizações serão: Potencial Zeta, Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier. A segunda etapa do trabalho será realizar variações de alguns parâmetros para se determinar a melhor condição a ser empregada no estudo cinético, estudo de equilíbrio e termodinâmica de adsorção.

PALAVRAS-CHAVE: Agroindustrial; Contaminantes Emergentes; Nanopartículas; Remoção.

1 INTRODUÇÃO

Ao decorrer das últimas décadas, a ocorrência de micropoluentes no ambiente aquático passou a ser uma questão de grande preocupação mundial. Os micropoluentes, também denominados contaminantes emergentes, consistem em uma vasta quantidade de substâncias de origem antrópica ou natural. Esse grupo inclui produtos químicos industriais, agrotóxicos, hormônios e esteroides, produtos de higiene pessoal e os fármacos. Os contaminantes emergentes estão comumente presentes nos corpos hídricos em concentrações baixas, podendo variar de ng L⁻¹ a µg L⁻¹. Essa baixa concentração e a diversidade dos compostos não só complicam os procedimentos de detecção e análise, como também dificultam os processos de tratamento de águas residuais e tratamento de água para abastecimento (LUO *et al.*, 2014).

Os produtos farmacêuticos vêm se tornando um grande problema para o ambiente, pois conseguem alcançar de várias formas diferentes e consequentemente contaminando. A forma principal é por meio dos efluentes domésticos e hospitalares, após serem consumidos. Pois o que não é metabolizado no corpo humano ou dos animais é excretado por via real ou fezes, fazendo com que alcancem as estações de tratamento de esgoto por via dos seres humanos, podendo esses fármacos sofrer algum tipo de transformação, esses compostos não são removidos nos tratamentos convencionais, e são diretamente despejados como efluentes em corpos hídricos. Sabendo que as ocorrências de resíduos de fármacos em águas residuais são relatadas em concentrações baixas, sua presença na vida aquática e terrestre é extremamente prejudicial, pois não se sabe determinar quais são os efeitos em longos prazos (PATEL *et al.*, 2019).

Sabe-se que tratamentos convencionais não são eficientes na remoção de produtos farmacêuticos, incluindo o Triclosan e, conseqüentemente, encontra-se em perfeito estado em ambientes aquáticos (AHMED *et al.*, 2017). Portanto muitos estudos de tratamentos terciários estão sendo estudados que excelentemente removam os fármacos de efluentes e águas de abastecimento, esses tratamentos são: fotocatalise, separação por membranas, osmose reversa, ozonização e adsorção (GEHRKE, *et al.*, 2015).

A adsorção é um método eficiente e confiável é basicamente a acumulação de uma substância na superfície de um adsorvente sólido, as vantagens de utilização, estão na natureza universal, baixo custo e facilidade de operação (ALI *et al.*, 2012). Quando o material adsorvente é proveniente de material biológico, o processo pode ser denominado biossorção, os resíduos agroindustriais têm sido avaliados com grande frequência por terem uma grande quantidade de grupos funcionais que favorecem a biossorção (ZAFAR *et al.*, 2015). Tendo em vista a tal constatação, é possível enquadrar o bagaço de cana de açúcar como um biossorvente.

Estes materiais podem ser utilizados como suporte para novos adsorventes ou “*in natura*” como tal, representando redução de custos. Uma nova oportunidade tem sido aberta para aproveitamento do bagaço de cana, visto que a quantidade gerada é elevada, em torno de 30% da cana e o Brasil lidera os países produtores de cana, respondendo cerca de 40% da produção mundial.

As nanopartículas metálicas são uma classe de nanopartículas que podem ser manipuladas com a utilização de um campo magnético, suas vantagens são o alto número de locais ativos de superfície, uma grande área de superfície e altas propriedades magnéticas, que causam alta eficiência de adsorção, alta taxa de remoção de contaminantes, separação rápida e fácil por meio de campo magnético. (KEYHANIAN *et al.*, 2016). Dentre os vários materiais magnéticos utilizados, as nanopartículas de óxido de ferro estão sendo amplamente utilizadas por possuir altas capacidades de adsorção e propriedades magnéticas (ALI *et al.*, 2016).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Primeiramente, foi preparada a solução do contaminante a ser estudado com o princípio ativo, com auxílio de um balão volumétrico de 1 L na concentração desejada para realizar os experimentos.

Em seguida, com o objetivo de se obter o biossorvente utilizado neste trabalho, foram selecionadas manualmente o melhor material, os quais foram lavados três vezes com água deionizada a uma temperatura de $60 \pm 10^\circ\text{C}$ no intuito de remover impurezas grosseiras, além da cor solúvel em água. Posteriormente, o material foi seco à 105°C durante 12 horas (AKHTAR *et al.*, 2007; ZAFAR *et al.*, 2015).

No tratamento químico, o material foi submetido a uma solução de ácido fosfórico 0,1 M por 1 hora. Após a segunda etapa deste processo, o material foi lavado com água deionizada no intuito de remover a matéria orgânica e inorgânica da superfície do adsorvente, produtos extraíveis, como grupos funcionais na superfície do biossorvente (AKHTAR *et al.*, 2007).

Após o tratamento químico, o material foi tratado termicamente utilizando um forno mufla a $300 \pm 10^\circ\text{C}$ durante o período de 24 horas, tendo em vista o aumento da área superficial do mesmo (AKHTAR *et al.*, 2007).

Os experimentos avaliados para determinar os parâmetros de influência e a determinação da melhor condição experimental foram variados. O pH foi variado em pH ácido, neutro e básico e a massa foi variada em cinco massas diferentes para determinar a melhor condição.

Com isso, o estudo cinético foi realizado a partir de ensaios em batelada nos quais foram utilizadas melhor condições de massa e pH do bioissorvente em contato com 30 mL de solução do contaminante a uma determinada concentração, mantidos em velocidade de agitação de 120 rpm e temperatura controlada de 25 °C. Os intervalos de tempo para retirada das alíquotas das amostras analisadas foram de 1 a 1800 minutos, tempo necessário para que o equilíbrio seja alcançado. As alíquotas foram filtradas e a concentração final da solução de contaminante usada para calcular a capacidade de adsorção.

Com a finalidade de estudar o equilíbrio de adsorção do contaminante e o efeito da temperatura no processo empregou-se três temperaturas distintas de 25, 35 e 45° C. Nos ensaios, foram variadas as concentrações do contaminante de 5 a 450 mg L⁻¹ do contaminante, sendo fixado o pH da solução na melhor condição, velocidade de agitação em 120 rpm, massa do bioissorvente na melhor condição e tempo de contato assim que atingir o equilíbrio. As amostras foram filtradas para a leitura de concentração final.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, foi realizado um estudo para verificar se um novo adsorvente desenvolvido teria interação de remoção do Triclosan. Para verificar o efeito da concentração de bagaço de cana funcionalizado com óxido de ferro, foi construído um gráfico considerando a capacidade de adsorção e a porcentagem de remoção demonstrado na Figura 1.

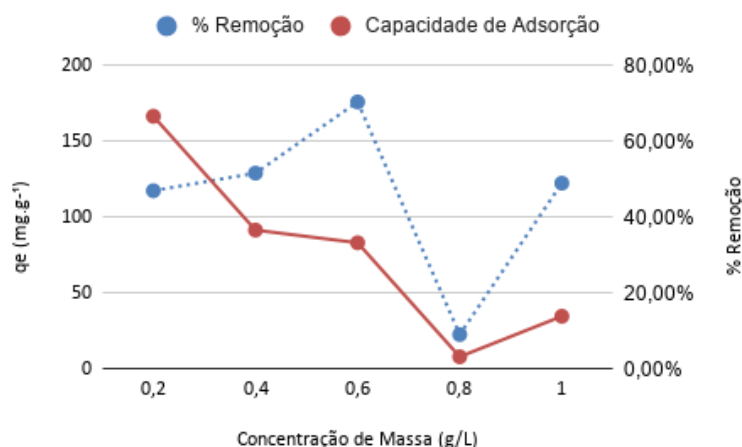


Figura 1: Efeito da concentração de massa de bagaço de cana funcionalizado com óxido de ferro na capacidade de adsorção e porcentagem de remoção de Triclosan

Observa-se que com o aumento da concentração de bagaço de cana funcionalizado com óxido de ferro, houve uma diminuição da capacidade de adsorção (q_e) e um aumento na porcentagem de remoção. Pode ser explicado pela presença de maior quantidade de massa, ocorrendo a saturação e não disponibilidade de locais de ligação com o contaminante e conseqüentemente prejudicando a capacidade de adsorção. Ademais, observa-se que a capacidade de adsorção é calculada pela relação $q_e = [(C_i - C_f) \cdot V] / W$, ou seja, com aumento da porcentagem de remoção proporcionalmente com a quantidade de massa, a capacidade de adsorção deve reduzir.

Com isso as variações de concentração de adsorvente em 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1 g/L obteve-se capacidades de adsorção de 166,73, 91,60, 83,26, 8,04 e 34,76 mg.g⁻¹ e porcentagem de remoção de 47,07, 51,69, 70,47, 9,08 e 49,03% conseqüentemente.

Após os resultados obtidos foi determinado trabalhar com a concentração de adsorvente de 0,6 g/L para as próximas etapas do estudo, pois foram os melhores obtidos desse parâmetro, capacidade de adsorção de 83,26 mg g⁻¹ e 70,47% de remoção de Triclosan.

Em seguida, para os testes de efeito do pH, foi realizado em valores de pH 3, 7 e 10 e resultados de capacidade de adsorção de 67,03, 65,35 e 60,20 mg.g⁻¹. Para porcentagem de remoção os resultados foram de 81,04, 79,01 e 72,79%. Dessa forma, foi escolhido o pH 7 por apresentar valores ótimos e pouco variáveis em comparação aos demais, sendo o pH natural da solução de Triclosan.

De acordo com a análise do Potencial Zeta, o ponto isoelétrico ocorreu entre o pH 2 e 4 e para faixa do pH 7 com melhor porcentagem de remoção, o Potencial Zeta indicou -22,22 mV.

A Figura 2 apresenta a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) realizada no carvão de bagaço de cana funcionalizado com óxido de ferro demonstrando a aderência das nanopartículas na superfície do adsorvente de aspecto fibroso, porém quebradiço e com forma tubular.

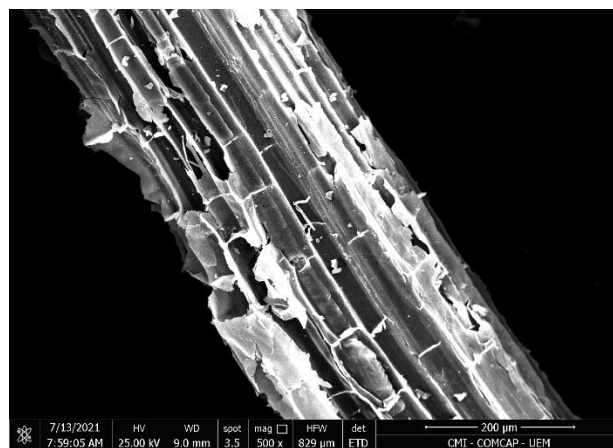


Figura 2: Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) no carvão de bagaço de cana funcionalizado com nanopartículas de óxido de ferro

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do bagaço de cana-de-açúcar como biossorvente funcionalizado com nanopartículas de óxido de ferro para remoção do conservante cosmético Triclosan pode ser uma alternativa viável devido ao baixo custo e disponibilidade, considerando que cerca de um terço vira bagaço, obtido após o processo de moagem da cana nas usinas.

Ademais, devido as condições ideais para melhor capacidade de remoção do Triclosan indicarem temperatura ambiente e pH natural do contaminante. Com a porcentagem média de remoção do Triclosan de 70% e capacidade de adsorção de 83 mg.g⁻¹ atingidos, a utilização do bagaço de cana-de-açúcar é um grande potencial, considerando sua afinidade e capacidade de impregnação de nanopartículas de óxido de ferro observados na Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. L. O.; PEREIRA, M. D.; DE CÁSSIA BERGAMASCHI, C.; DE SÁ DEL FIOLE, F.; LOPES, L. C.; DE TOLEDO, M. I.; BARBERATO-FILHO, S. Access to medicines for

diabetes treatment in Brazil: Evaluation of “health has no price” program. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v. 8, n. 35, 2016. Doi: <http://doi.org/10.1186/s13098-016-0150-8>

CALDWELL, D. J. *et al.* **An integrated approach for prioritizing pharmaceuticals found in the environment for risk assessment, monitoring and advanced research.** Chemosphere, 2014.

HUGHES, S. R.; KAY, P.; BROWN, L. E. Global synthesis and critical evaluation of pharmaceutical data sets collected from river systems. **Environmental Science and Technology**, 2013.

JIMENEZ, R. S.; DAL BOSCO, S. M.; CARVALHO, W. A. Remoção de metais pesados de efluentes aquosos pela zeólita natural escolécita - Influência da temperatura e do pH na adsorção em sistemas monoelementares. **Química Nova**, 2004.

METCALFE, C. D. *et al.* Distribution of acidic and neutral drugs in surface waters near sewage treatment plants in the lower Great Lakes, Canada. **Environmental Toxicology and Chemistry**, 2003.

NASCIMENTO, R. F.; LIMA, A. C. A.; VIDAL, C. B.; MELO, D. Q.; RAULINO, G. S. C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

ZAFAR, M. N. *et al.* Characterization of chemically modified biosorbents from rice bran for biosorption of Ni(II). **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 46, p. 82–88, 2015.

ZHANG, S. *et al.* Superparamagnetic Fe₃O₄ nanoparticles as catalysts for the catalytic oxidation of phenolic and aniline compounds. **Journal of Hazardous Materials**, 2009.