

REMOÇÃO DE FÁRMACOS POR ADSORÇÃO UTILIZANDO RESINA BIOFENÓLICA

João Victor Silva Baddini (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Nicole Simões Villas Boas (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Wardleion Martins Moreira, Mara Heloisa Neves Olsen Scaliante (Orientador), e-mail: mhnoscaliante2@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

Engenharias II

Palavras-chave: aspirina, paracetamol, policondensação

Resumo:

A poluição de águas sempre foi assunto de grande importância e mais recentemente a presença de contaminantes emergentes ganhou destaque e vem sendo abordada em diferentes aspectos por pesquisadores em todo mundo. Os fármacos são um bom exemplo desses contaminantes e uma ampla classe de medicamentos tem sido detectada nas principais matrizes ambientais. A adsorção é uma técnica muito estudada como alternativa viável para tratamento de efluentes, porém, a aplicação dessa operação em ampla escala ainda é incipiente em função de dificuldades inerentes ao processo. Considerando que a população brasileira faz uso indiscriminado de alguns analgésicos, o objetivo desse trabalho foi avaliar a remoção de paracetamol e aspirina a partir da adsorção em resina biofenólica. A resina biofenólica foi sintetizada a partir da policondensação do licor negro *Kraft* e tanino. A adsorção de paracetamol e aspirina na resina curada hidrotermicamente atingiu o equilíbrio em 480 e 720 min. A capacidade máxima de adsorção alcançada foi de 50,17 mg g⁻¹ (aspirina na resina curada hidrotermicamente em 313 K). Os resultados confirmaram o grande potencial deste biomaterial como adsorvente alternativo para o tratamento de efluentes.

Introdução

Uma vez que a população e a produção industrial aumentaram a contaminação dos ambientes aquáticos por poluentes emergentes também aumentou, colocando em risco a qualidade da água. Entre todos os contaminantes emergentes, as drogas têm sido foco de inúmeros estudos de pesquisa devido ao recente aumento decorrente de uso indiscriminado. Essas drogas são frequentemente detectadas em águas superficiais e subterrâneas, e até mesmo em água potável como substâncias

biologicamente ativas (Liu e Wong, 2013). Como esses contaminantes não são biodegradáveis, eles não são efetivamente removidos pelos tratamentos convencionais de águas residuárias (Villaescusa et al., 2011). Como resultado, as drogas são encontradas em sistemas aquáticos, causando efeitos crônicos e impactos ecotoxicológicos nos ecossistemas. Além disso, os efeitos nocivos à saúde humana e animal devido à presença de drogas na aquicultura também são conhecidos, como desregulação endócrina e aumento da resistência a bactérias patogênicas (Yang et al., 2008).

Entre todas as drogas, o paracetamol (N- (4-hidroxifenil) etanamida) (Hernández et al., 2018) e a aspirina (ácido acetilsalicílico) (Zhang et al., 2014) são os fármacos analgésicos e antipiréticos mais utilizados. O paracetamol ainda faz parte de inúmeras formulações de medicamentos contra gripes e resfriados (Marques et al., 2017).

Como resultado, a busca por tecnologias eficientes para remover contaminantes orgânicos, especialmente drogas, tem sido um desafio nos últimos anos.

Tecnologias capazes de atuar diretamente no combate aos micropoluentes presentes nas águas aliadas a uso alternativo do licor negro da indústria de papel e celulose merecem destaque e por isso o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de adsorção dos fármacos paracetamol e aspirina a partir da produção de resinas biofenólicas.

Materiais e métodos

Síntese da Resina (adsorvente)

A resina foi preparada conforme metodologia testada em trabalho publicado anteriormente por Moreira et al (2019) e denominada RFA. Para fins comparativos utilizou-se carvão como adsorvente e aqui denominado RFC.

Ensaio de Adsorção

A adsorção foi conduzida em batelada e em banho termostático com agitação orbital New Lab NL 22-01, a 150 rpm. As amostras coletadas foram filtradas através de uma membrana de náilon de 0,22 µm e a concentração da droga foi medida em um espectrofotômetro UV-VIS (HACH DR 5000) em seus respectivos comprimentos de onda e a capacidade de adsorção, q_t (mg g⁻¹) foi calculada usando a Equação 1.

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)}{m} V \quad (\text{Equação 1})$$

onde C_0 e C_t são as concentrações de solução aquosa de adsorbato inicial e tempo t (mg.L⁻¹), respectivamente, V é o volume da solução de adsorbato (L) e m a massa da resina fenólica hidrotérmica (g).

O pH da solução dos fármacos foi ajustado com soluções aquosas de NaOH e HCl em diferentes concentrações (0,01; 0,1 e 1 mol L⁻¹). O efeito da massa e do pH no processo de adsorção foi realizado pela adição de 20 mL de

10 mg.L⁻¹ da solução aquosa do fármaco ao adsorvente, a 298 K por 24 horas.

A influência do tempo de contato adsorbato-adsorvente na capacidade de adsorção foi estudada adicionando 20 mL de 10 mg.L⁻¹ da solução aquosa do fármaco em pH ótimo a 20 mg do adsorvente, a 298 K. Em seguida, foram coletadas amostras em horários predeterminados (Inicialmente em intervalos de 10 min, depois a cada uma hora até um total de 24h).

Isotermas de equilíbrio foram obtidas em três temperaturas (303, 313 e 323K) variando a concentração da solução dos fármacos de 10 a 350 mg.L⁻¹, nas condições ideais de peso do adsorvente e pH da solução. As soluções foram mantidas sob agitação por 25 h.

Resultados e Discussão

As resinas foram caracterizadas por difração de raios X (DRX), espectroscopia de infravermelho (FTIR), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e fisiossorção de N₂. As isotermas de adsorção/dessorção de N₂ da resina, de acordo com a classificação IUPAC, se assemelham a uma isoterma do tipo III (H3), correspondente a materiais menos porosos ou macroporosos. Apesar das resinas apresentarem baixas superfície específicas, aumentaram de 2 para 6 m².g⁻¹ quando processadas hidrotermicamente. No entanto, a porosidade pode ser melhorada com a realização de um tratamento químico e / ou físico. Condições mais severas de processo hidrotérmico favoreceu uma morfologia uniforme.

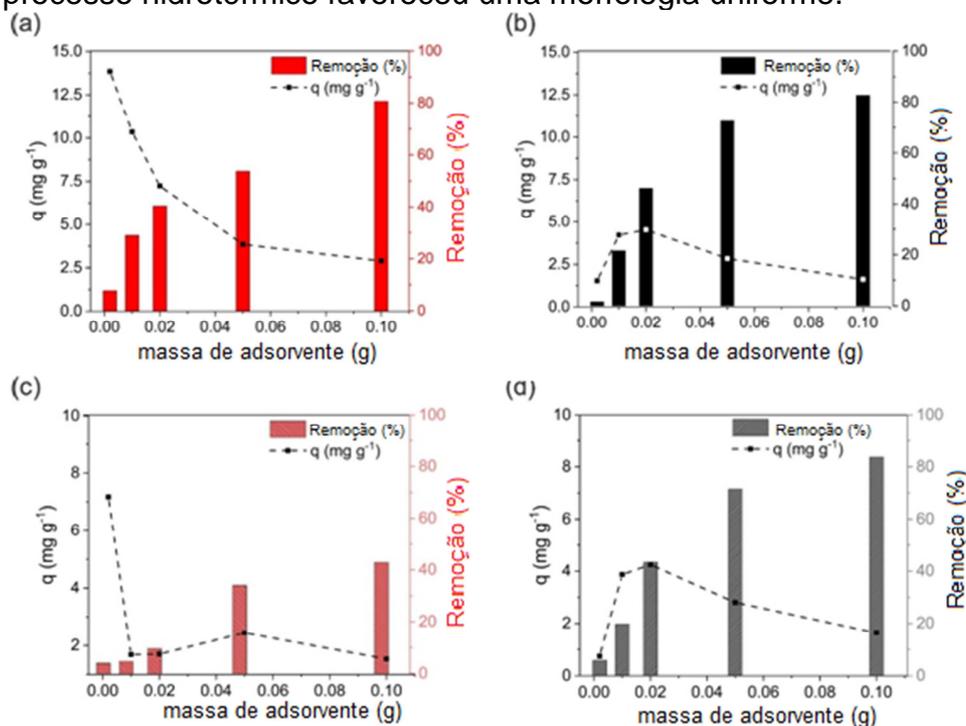


Figura 1 - Efeito do peso adsorvente no processo de adsorção de (a) aspirina em RFA; (b) paracetamol em RFA; (c) aspirina em RFC; (d) paracetamol em RFC. Condições de adsorção: 10 mg.L⁻¹; 20 mL; pH neutro; 298 K; 24 horas; 150 rpm.

Observou-se que o meio ácido é ideal para a adsorção da aspirina enquanto que o paracetamol é melhor adsorvido em pH natural (~7,0). Utilizando 0,02 g de adsorvente as remoções de aspirina foram de 40,44% ($7,24 \text{ mg.g}^{-1}$) e 9,52% ($1,70 \text{ mg.g}^{-1}$) para o RFA e RFC, respectivamente. Por outro lado, as remoções de paracetamol foram 46,22% ($4,53 \text{ mg.g}^{-1}$) e 43,37% ($4,24 \text{ mg.g}^{-1}$) para o RFA e RFC, respectivamente.

Pode se observar nas Figuras 1 (b) e (d) que à medida que a massa do adsorvente aumentou, para valores superiores a 0,02 g, a capacidade de adsorção diminuiu. Esse comportamento pode ser resultado da agregação do adsorvente que reduziu a área de superfície disponível e aumentou o caminho difusional (Moreira et al., 2019). Embora a capacidade de adsorção tenha diminuído, a remoção do fármaco aumentou devido à disponibilidade de mais sítios adsorptivos. Para fins de comparação entre adsorventes e drogas, a mesma massa de adsorvente foi escolhida para realizar os experimentos.

Conclusões

A adsorção dos fármacos testados é vantajosa quando realizada em pH neutro para remoção de paracetamol e pH ácido para remoção de aspirina (ácido acetilsalicílico). A resina produzida apresentou melhor potencial para adsorção de apirina alcançado máxima capacidade de adsorção no valor de $50,17 \text{ mg.g}^{-1}$ em 313 K. Os resultados confirmaram o potencial deste biomaterial como adsorvente alternativo para o tratamento de efluentes.

Agradecimentos

Os autores gentilmente agradecem ao PIBIC/CNPq/FA/UEM.

Referências

- Liu, J., Wong M., 2013, **Environment International**, 59, 208 –224.
- Villaescusa, Fiol N., Poch J., Bianchi A., Bazzicalupi C., 2011, **Desalination**, 270, 135-142.
- Yang L., Yua L. E., RayM. B., 2008, **Water Research**, 42, 3480 –3488.
- Hernández R., Olvera-Rodríguez I., Guzmán C., Medel A., Escobar-Alarcón L., Brillas E., Sirés I., Esquivel K., 2018, **Electrochemistry Communications**, 96, 42-46.
- Marques S. C. R., Marcuzzo J. M., Baldan M. R., Mestre A. S., Carvalho A. P., 2017, **Chemical Engineering Journal**, 321, 233 –244.
- Moreira, W. M., Viotti, P. V., Villas Boas, N. S., Baptista, Olsen Scaliante, M. H. N., Gimenes, M. L. 2019. **Chemical Engineering Transactions**. v. 76. <https://doi.org/10.3303/CET1974184>

29º Encontro Anual de Iniciação Científica
9º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



29 a 31 de outubro de 2020

Zhang, D., Gersberg, R.M., Ng, W.J., Tan, S.K., 2014. *Environ. Pollut.* 184, 620–639. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.09.009>.