



## Hidrocarvões Magnéticos à base de Biomassa para Remoção de Contaminantes Emergentes

Ana L. A. Matos (G)<sup>1\*</sup>, Tomaz A. Lima (PG)<sup>1</sup>, Raquel V. Mambrini (PQ)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de química, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), Belo Horizonte, MG, Brasil.  
Email: analuizaandmat2004@gmail.com

### RESUMO

O presente trabalho traz alternativas para adsorção de contaminantes emergentes de meios hídricos, uma vez que, com o avanço tecnológico, esses contaminantes têm se tornando uma problemática ambiental. Foram preparados hidrocarvões através de resíduo do bagaço de cana-de-açúcar pelo método hidrotermal, a 200 °C, variando o tempo entre 24 h e 48 h. Para facilitar a remoção do meio e melhorar os resultados da adsorção, os hidrocarvões foram magnetizados. Os materiais foram caracterizados por DRX, FTIR, PCz, TG e Raman. Após as caracterizações, foram feitos testes de adsorção utilizando fármacos como o diclofenaco, enrofloxacina e ciprofloxacina. O hidrocarvão magnético removeu 80% dos contaminantes emergentes. O reuso e a dessorção foram estudados. No reuso foram feitos cinco ciclos, onde a eficiência se manteve. Por fim, chegou-se à conclusão de que o melhor material foi o sintetizado com o tempo de reação de 24 h.

*Palavras-chave:* Hidrocarvão, bagaço de cana-de-açúcar, contaminante emergente, adsorção, fármacos.

### Introdução

Com o crescimento populacional veio a necessidade de um avanço tecnológico e industrial, com isso mais produtos são consumidos e descartados, gerando cada vez mais problemas ambientais. Alguns desses lixos que são encontrados no meio ambiente em pequenas concentrações e os tratamentos de água atuais não conseguem removê-los de forma satisfatória, passaram a ser denominados contaminantes emergentes (CE) (1). Esses contaminantes podem ser fármacos, hormônios, produtos de limpeza, de higiene pessoal, entre outros.

Diversas pesquisas foram realizadas para encontrar uma alternativa para a remoção desses contaminantes, e a adsorção é uma opção, já que essas pequenas concentrações de CE ficam retidas na superfície do sólido adsorvente (2). Os hidrocarvões são considerados ótimos adsorventes devido à sua alta porosidade e aos grupos funcionais ligados à sua estrutura. Eles são obtidos por meio do método hidrotermal, tendo como origem uma biomassa (3), como, por exemplo, o bagaço de cana-de-açúcar, resíduo da indústria sucroalcooleira.

Tendo em vista a problemática dos contaminantes emergentes, hidrocarvões foram sintetizados a partir do resíduo de bagaço de cana-de-açúcar, por meio da rota hidrotermal, e aplicados na remoção de fármacos, exemplos de CE.

### Experimental

#### *Preparo dos hidrocarvões*

A síntese foi feita através do processo de carbonização hidrotermal. Inicialmente o bagaço de cana-de-açúcar foi triturado no moinho de facas, em seguida 2,0 g foram pesados e transferidos para um recipiente de teflon junto com 30 mL de água destilada, o recipiente foi colocado dentro do reator hidrotermal e levado para a estufa a 200 °C e a fim de otimizar a

síntese, o tempo de reação foi variado entre 24 h e 48 h.

Para uma melhor facilidade de remoção do sistema, o melhor hidrocarvão foi magnetizado. Foi pesado 1,0 g de hidrocarvão preparado e disperso em 200 mL de água destilada, depois foi adicionado 0,58 g de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  e 0,29 g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , o sistema foi deixado em agitação, em seguida foi aquecido a 80 °C sob agitação, depois foi adicionado 20 mL de solução de amônia 25% (v/v). Por fim o hidrocarvão foi lavado com etanol e seco a 80 °C por 12 h.

A nomenclatura dada aos hidrocarvões foi HBC, H de hidrocarvão e BC de bagaço de cana-de-açúcar e no final a temperatura e o tempo de reação de cada, e para o magnético adicionado MAG no final, exemplo, HBC200/48MAG.

#### *Caracterizações*

Os hidrocarvões foram caracterizados por Espectroscopia na Região do Infravermelho – FTIR, Difração de Raios X – DRX, Potencial Zeta – PCz, Termogravimetria - TG e Espectroscopia Raman.

#### *Testes de adsorção*

Primeiramente, testes variando o contaminante foram feitos. Foi pesado 30 mg de cada material e colocado em contato com 10 mL da solução de 10 ppm de Norfloxacin (Nor), Ciprofloxacina (Cipro) e Enrofloxacin (Enr). Após 24 h foi feita a leitura na espectroscopia na região UV-VIS.

#### *Teste de reuso*

Para o melhor material foi realizado um teste de reuso. Foi pesado 60 mg de material e colocado em agitação com 20 mL de uma solução de NOR com a concentração de 10 ppm. Após 24 h foi feita a leitura por espectroscopia na região UV-VIS, em seguida foi adicionado mais 20 mL de solução de NOR. Cinco ciclos foram feitos.



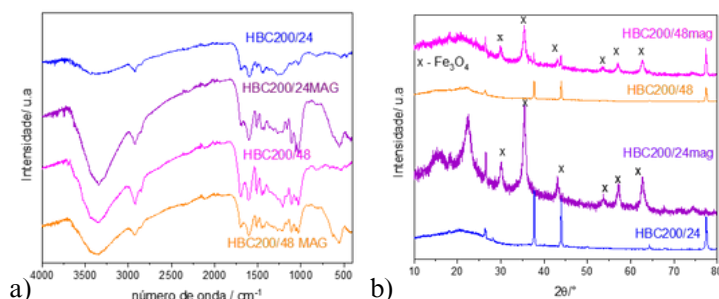
### Teste de dessorção

Por último foi feito um teste de dessorção. O material usado em uma adsorção anterior, foi colocado em agitação com 10 mL de água destilada, após 24 h foi feita a leitura na espectroscopia na região do UV-VIS.

## Resultados e Discussão

### Caracterizações

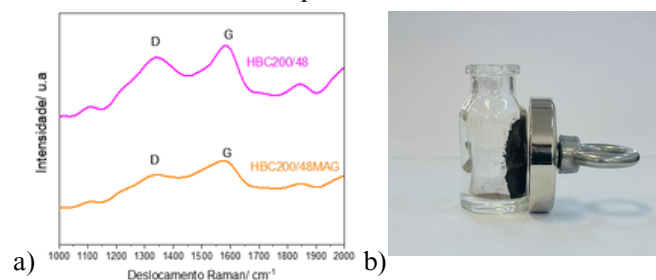
Analisando o gráfico de FTIR (Fig. 1a), observa-se bandas características da biomassa em  $3335\text{ cm}^{-1}$ , que representa a ligação O-H, as bandas  $2913\text{ cm}^{-1}$ ,  $1723\text{ cm}^{-1}$  e  $1529\text{ cm}^{-1}$  atribuídas a ligação C-H e  $1027\text{ cm}^{-1}$ , que representa a ligação C-O.



**Figura 1.** Espectro de absorção de FTIR (a) e Padrões de difração para hidrocarbões (b).

Com o aumento do tempo de reação essa banda diminui, indicando que houve uma carbonização. No espectro do material magnético, além das bandas já observada nos materiais HBC200/24 e HBC200/48, houve o aparecimento da banda de Fe-O indicando que o  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  foi inserido no material. A análise de DRX (Fig. 1b) observou-se a presença de picos de celulose, que apresenta estrutura parcialmente cristalina com  $2\theta = 15,8^\circ$ ,  $22,6^\circ$  e  $34,3^\circ$ . Além disso, observou-se a presença de outros picos que podem ser atribuídos aos componentes inorgânicos presentes no bagaço. Após a magnetização, observa-se a presença da fase de magnetita, mostrando a formação da fase magnética.

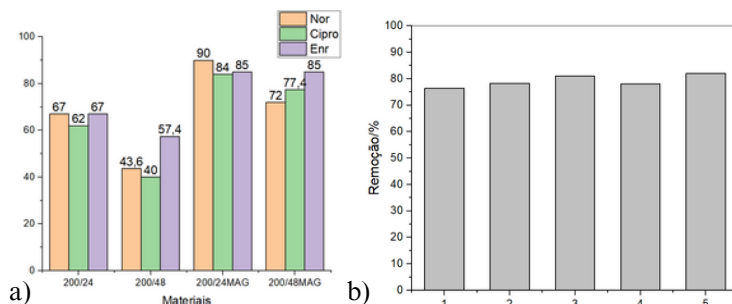
Os espectros Raman (Figura 2) para as amostras a  $48^\circ\text{C}$ , apresentam duas principais bandas para os hidrocarbões na região de frequência de  $1338\text{ cm}^{-1}$ , como resultado da vibração conhecida como banda D, típica de carbono desordenado, na qual dois átomos de carbono vibram tangencialmente. A banda G com número de onda em torno de  $1500\text{ cm}^{-1}$  é atribuída a vibrações da respiração do anel aromático ou anéis condensados em carbonos amorfos, mais organizados. A Fig 2b mostra imagem do hidrocarbão sendo atraído por um ímã.



**Figura 2.** (a) Espectro Raman para os hidrocarbões e (b) imagem do hidrocarbão sendo atraído por um ímã.

### Aplicações

Os materiais foram testados na adsorção de fármacos como, NOR, CIPRO e ENR (Fig. 3).



**Figura 3.** a) Teste de adsorção variando contaminante b) teste de reuso

Observou-se que os hidrocarbões apresentaram, em média, boa adsorção para os fármacos estudados. Os hidrocarbões magnéticos apresentaram melhores remoções que os hidrocarbões. O HBC200/24MAG obteve melhor remoção de CE para todos os fármacos estudados, com 90%, 84% e 85% de adsorção para NOR, CIPRO e ENR, respectivamente. Teste de reuso com NOR foi feito e após cinco ciclos a eficiência se manteve.

Teste de dessorção também foi feito e apenas 15% da solução foi dessorvida. Vale ressaltar que o teste de dessorção foi feito apenas em água, sem aquecimento ou qualquer outro tipo de tratamento.

## Conclusões

Neste trabalho os hidrocarbões magnéticos foram preparados e caracterizados através do FTIR, DRX, TG, PCz e Raman.

Os resultados da adsorção variando o contaminante e do reuso foram promissores. O melhor material HBC200/24MAG removeu mais de 80% dos contaminantes emergentes e a eficiência do material se manteve durante os cinco ciclos do reuso.

## Agradecimentos

CEFET-MG, CNPq e a FAPEMIG.

## Referências

- SAUVÉ, Sébastien; DESROSIERS, Mélanie. A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal*, v. 8, n. 1, p. 15, 2014.
- LIMA, Eder C. et al. Removal of emerging contaminants from the environment by adsorption. *Ecotoxicology and environmental safety*, v. 150, p. 1-17, 2018.
- Almeida Melo, C., Holanda Soares Junior, F., Cristina Bisinoti, M., Benedito Moreira, A., & Pastor Ferreira, O. (n.d.). Transforming Sugarcane Bagasse and Vinsasse Wastes into Hydrochar in the Presence of Phosphoric Acid: An Evaluation of Nutrient Contents and Structural Properties. *Waste and Biomass Valorization*, 8, p.1139–1151, 2017.