

## PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE HIDROGÉIS SUPERABSORVENTES PARA ADSORÇÃO DE CONTAMINANTES EM AMBIENTES AQUÁTICOS

Emanuele Ferreira Lessa<sup>1</sup>; João Pedro Barbosa<sup>2</sup>; André Ricardo Fajardo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – emanuelef.lessa@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – jpdbsbarbosa@inf.ufpel.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – drefajardo@hotmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a quantidade de substâncias químicas sintetizadas e comercializadas tem crescido constantemente gerando a contaminação do meio ambiente conforme afirmam KIBENA et al. (2013) e YAN et al. (2015). Particularmente, a introdução de contaminantes em ambientes aquáticos tem sido agravada por conta de atividades diretas e indiretas do homem, tais como o uso de produtos químicos na agricultura, o descarte de resíduos domésticos e industriais. Dentre as principais substâncias químicas presentes na água destacam-se os contaminantes emergentes - medicamentos, hormônios e pesticidas - que podem causar toxicidade aguda e crônica em animais, alteração da biodiversidade marinha e efeitos adversos nos seres vivos KIBENA et al. (2013).

Na busca por alternativas para reduzir esses efeitos, o processo de adsorção, tem se destacado como uma técnica eficaz, econômica e potencial para remover diferentes contaminantes em meio aquoso. Nesse contexto, muitos pesquisadores têm investigado a formação de novos dispositivos adsorventes. Dentre os dispositivos empregados como adsorventes, os hidrogéis são mais vantajosos devido à capacidade de absorção e retenção de grandes volumes de água em sua estrutura sem se dissolverem TOKIMOTO et al. (2005). Estes dispositivos podem ser obtidos através de vários tipos de polissacarídeos, dentre os quais, a celulose torna-se interessante FOO et al. (2016). Apesar da celulose ser abundante na natureza, a mesma apresenta insolubilidade em água e por essa razão tem uso restrito no desenvolvimento de hidrogéis para adsorção. Entretanto, derivados de celulose podem ser utilizados como alternativa para o preparo desses adsorventes, por exemplo, a etil-hidróxietilcelulose (EHEC) e a etil-hidróxietilcelulose modificada (EHEC-Modificada). A EHEC é um derivado de celulose solúvel em água, obtido pela modificação na estrutura da celulose com grupos etil e hidróxi etil FELLER et al. (1991); porém para esse estudo, foi cedido a EHEC-Modificada, com grau de substituição calculado de 8% obtida através da reação de esterificação da EHEC com o ácido dodecanóico BELLETTINI et al. (2017).

O objetivo deste trabalho foi utilizar a EHEC- Modificada graftizada com ácido acrílico, para obtenção de hidrogéis com alta capacidade de adsorção. Desse modo, espera-se que este material seja mais eficiente como adsorvente de contaminantes hidrofóbicos contidos em concentrações muito baixas na água.

### 2. METODOLOGIA

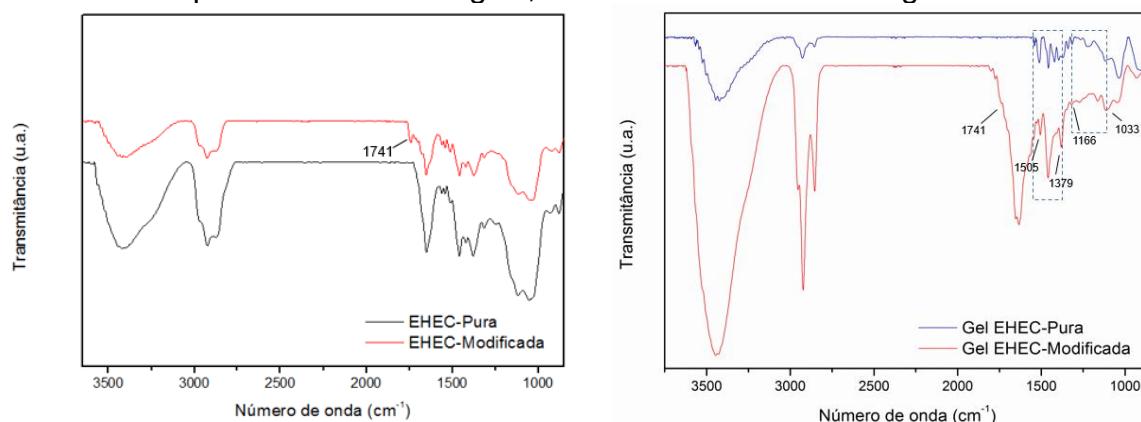
*Preparo de hidrogéis de Etil-hidróxietilcelulose Pura (Gel-EHEC):* EHEC (100 mg) foi completamente solubilizada em 10 mL de água destilada, sob agitação a solução foi aquecida a 70°C. Posteriormente, determinada quantidade de

persulfato de potássio ( $K_2S_2O_8$ ) foi adicionada ao sistema. A mistura foi agitada durante 2 minutos a 70°C. A solução resultante foi homogeneizada, em seguida, foi adicionado ácido acrílico (AA) (650  $\mu$ L) e *N,N*-milenobisacrilamida (MBA) (5mg). Desligou-se a agitação e o sistema foi mantido a 70°C até a formação do gel. Em seguida, o gel foi arrefecido a temperatura ambiente e foi feita a purificação com água destilada abundante. Finalmente, o gel purificado foi vertido em Placa de Petri e seco em estufa a 40°C por 24hs. Posteriormente os géis foram armazenados em um dessecador. Repetiu-se o mesmo procedimento para a preparação dos hidrogéis de celulose modificada (EHEC-Modificada). As amostras foram identificadas como Gel EHEC-Pura e Gel EHEC-Modificada.

**Caracterização:** Todos os hidrogéis preparados foram caracterizados por técnicas de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de FTIR foi realizada para a identificação da natureza química dos materiais precursores e hidrogéis, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1.** Análises de Infravermelho para (a) EHEC-Pura e EHEC-Modificada, (b) Hidrogéis EHEC-Pura e EHEC-Modificada.

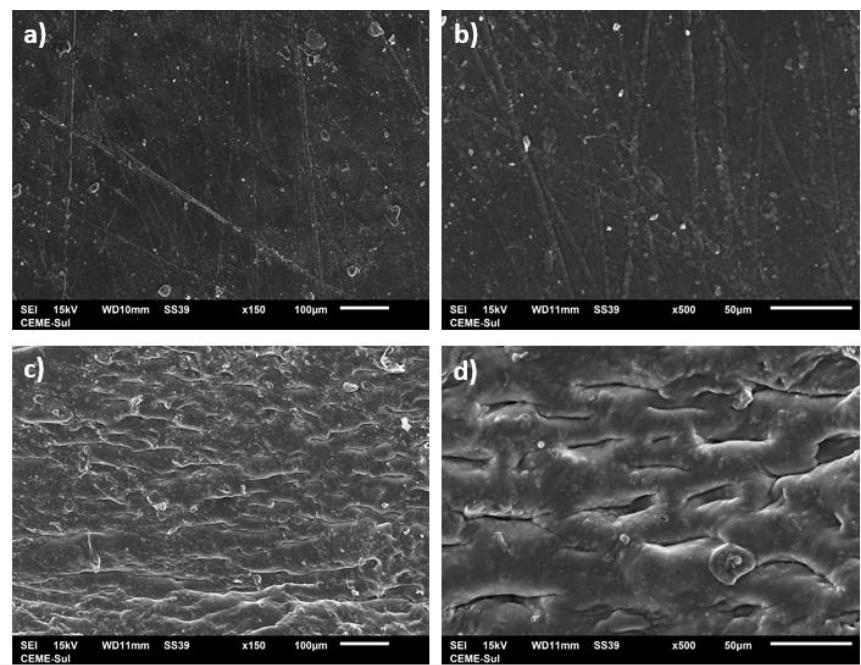
De acordo com a literatura, o espectro FTIR dos derivados de celulose revelaram bandas características da celulose Tipo I LESSA et. al (2017). Porém, as bandas foram deslocadas para regiões de maior comprimento de ondas, sugere-se que seja resultado da modificação na estrutura do polímero *in natura*.

Ambos os espectros para EHEC-Pura e EHEC-Modificada (Fig. 1a) apresentam uma banda em 3443  $\text{cm}^{-1}$  que pode ser atribuída à deformação axial da ligação O–H. Contudo nota-se que essa é mais intensa para EHEC-Pura. A banda presente em 1647  $\text{cm}^{-1}$  está relacionada com a deformação angular de hidroxilos de alcoóis primários. As bandas características da função éter (C–O–C) presentes na EHEC aparecem em 1161  $\text{cm}^{-1}$ . A banda de estiramento assimétrico da ligação C–H aparece em 2923  $\text{cm}^{-1}$  enquanto que a banda de deformação angular em 1376  $\text{cm}^{-1}$ . Em contraste, a modificação na estrutura da EHEC é confirmada com o aparecimento da banda em 1741  $\text{cm}^{-1}$ , atribuída à ligação (C=O) do éster BELLETTINI et al. (2017).

Para os espectros da formação dos Hidrogéis Gel EHEC-Pura e Gel EHEC-Modificada (Fig. 1 b), foi notado o aparecimento de bandas na região 1505  $\text{cm}^{-1}$  a 1379  $\text{cm}^{-1}$  e de 1166  $\text{cm}^{-1}$  a 1033  $\text{cm}^{-1}$ , que estão associadas respectivamente ao AA polymerizado (ou sejam poli(ácido acrílico)) e ao MBA; confirmando que os

hidrogéis preparados foram graftizados e reticulados com sucesso SPAGNOL et al. (2012).

A investigação morfológica dos hidrogéis constituídos por ácido acrílico foi realizada por Microscopia eletrônica de varredura (MEV).



**Figura 2.** Imagens de MEV da superfície os hidrogéis (a) Gel EHEC-Pura (magnificação x150), (b) Gel EHEC-Pura (magnificação x500), c) Gel EHEC-Modificada (magnificação x150) e d) Gel EHEC-Modificada (magnificação x500).

A partir das Fig. 2 (a,b), é possível observar para Gel EHEC-Pura as imagens mostram uma superfície lisa e homogênea, sem a presença de poros. Em contraste, com as Fig. 2 (c,d) para Gel EHEC-Modificada, mostram o aparecimento de poros de diferentes tamanhos distribuídos heterogeneamente por toda a matriz polimérica.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos até o presente momento pode-se confirmar a formação dos hidrogéis. Através da metodologia utilizada foi possível sintetizar hidrogéis superabsorventes para remoção de contaminantes emergentes da água. A capacidade destes hidrogéis para atuarem com adsorventes na remoção de contaminantes emergentes de soluções aquosas está sendo investigada.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELLETTINI, I.; NANDI, L.; DREYER, J.; BARTH, M.; ZILSE, M. Modificação da Etil(hidroxietil) Celulose para produção de fibras por eletrofiação, **Anais do 14º Congresso Brasileiro de Polímeros – Águas de Lindóia, SP, 2017.**

FELLER, R. L., WILT, M. H. **Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation, Getty Conservation Institute**, New York, 1991.

FOO, K. Y. Value-added utilization of maize cobs waste as an environmental friendly solution for the innovative treatment of carbofuran. **Process Safety and Environmental Protection**, 100, 295-304, 2016.

KIBENA J., NHAPI, I., & GUMINDOGA, W. (2013). Assessing the relationship between water quality parameters and changes in landuse patterns in the Upper Manyame River, Zimbabwe. **Physics and Chemistry of the Earth**, 2013.

LESSA, E.; GALARTE, M.; GARCIA, E.; FAJARDO, A. Orange waste: A valuable carbohydrate source for the development of beads with enhanced adsorption properties for cationic dyes. **Carbohydrate Polymers**, 157, 660-668, 2017.

LIN, N.; HUANG, J.; DUFRESNE, A. Preparation, properties and applications of polysaccharide nanocrystals in advanced functional nanomaterials: a review, **Nanoscale**, 4, 3274-3294, 2012. (DRX cel)

YAN, J., HUANG, Y., MIAO, Y., TJIU, W., & LIU, T. X. Polydopaminecoated electrospun poly(vinyl alcohol)/poly(acrylic acid) membranes as eficiente dye adsorbent with good recyclability. **Journal of Hazardous Materials**, 283, 730-739, 2015.

SPAGNOL, C., RODRIGUES, F., PEREIRA, A., FAJARDO, A., RUBIRA, A., & MUNIZ, E. Superabsorbent hydrogel composite made of celulose nanofibrils and chitosan-graft-poly(acrylic acid). **Carbohydrate Polymers**, 87, 2038-2045, 2012.

TOKIMOTO, T.; KAWASAKI, N.; NAKAMURA, T.; AKUTAGAWA, J.; TANADA, S.; Removal of lead ions in drinking water by coffee grounds as vegetable biomass. **Journal of Colloid and Interface Science**, 281, 56–61, 2005.

WEI, Q. B., FU, F., ZHANG, Y. Q., & TANG, L. Synthesis and characterization of pH-responsive carboxymethyl chitosan-g-polyacrylic acid hydrogels. **Journal of Polymer Research**, 22, 15, 2015.