

DESENVOLVIMENTO DE HIDROGÉIS DE ALGINATO MODIFICADO COM AMINO-SBA-15 PARA REMOÇÃO DE BTEX DE ÁGUAS RESIDUAIS

JULIÊ SILVEIRA DA COSTA¹; EMANUEL GOMES BERTIZZOLO²; DANIELA BIANCHINI³; ANDRÉ RICARDO FAJARDO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – *ju_scosta@yahoo.com*

²Universidade Federal de Pelotas – *emanuel.gbertizzolo@gmail.com*

³Universidade Federal de Pelotas - *danielabianchini.ufpel@gmail.com*

⁴Universidade Federal de Pelotas – *drefajardo@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

Diversos poluentes prejudiciais aos seres vivos e ao ecossistema são encontrados nos corpos hídricos. Entre os mais comuns estão os poluentes pertencentes à série do benzeno (benzeno, tolueno, etilbenzeno e isômeros de xilenos “BTEXs”), que são classificados como poluentes perigosos, pois apresentam uma alta toxicidade e genotoxicidade (ANJUM, 2018). Os corpos hídricos são contaminados por estes contaminantes em elevadas quantidades devido a vazamentos de gasolina que ficam armazenadas em tanques subterrâneos, derramamentos de gasolina acidentais e descarte indevido de resíduos das refinarias de petróleo, das indústrias de impressão e de couro (LIAN, 2019). A remoção destes contaminantes dos corpos hídricos é extremamente necessária, pois quando em contato com o organismo humano podem causar efeitos negativos ao sistema nervoso, respiratório e ao sistema nervoso central (ANJUM, 2018). Diversas técnicas de tratamento de efluentes são utilizadas para remoção desses contaminantes, como filtração por membranas, oxidação química, extração de líquidos, osmose reversa e adsorção (LIAN, 2019). Embora todas as técnicas apresentem vantagens e desvantagens, o processo de adsorção é o mais utilizado pois apresenta alta eficiência, baixo custo, simplicidade e seletividade. O adsorvente mais comumente utilizado é o carvão ativado, que apesar de apresentar valências livres e uma alta capacidade de adsorção, possui um custo elevado e é de difícil separação do meio onde se encontra (ANJUM, 2018). Tendo em vista estas desvantagens, novos adsorventes sólidos vêm sendo desenvolvidos, como por exemplo, os hidrogéis. Hidrogéis são materiais que apresentam uma alta capacidade de reter e absorver água sem que a sua estrutura seja dissolvida permitindo sua recuperação no final do processo de adsorção. Os hidrogéis podem ser sintetizados a partir de polímeros sintéticos ou naturais (BHATTACHARYYA, 2014). Hidrogéis a base de polímeros sintéticos, apresentam uma boa resistência mecânica, porém possuem um alto custo e não são biodegradáveis. Já os hidrogéis formulados a partir de polímeros naturais são biodegradáveis e renováveis. Sendo assim, a combinação desses acarreta em um material com propriedades de ambos os polímeros (sintéticos e naturais), e por consequência obtém-se um melhor desempenho (BASHIR, 2018).

O alginato de sódio (AS) é um polímero linear, aniónico e natural extraído principalmente de algas marrons, é composto de ácido α-1,4-L-glucurônico (unidades G) e ácido poli-β-1,4-D-manurônico (unidades M). Apesar de ser um floculante polimérico com alta capacidade de adsorção hidrogéis de AS apresentam uma baixa estabilidade, pouca resistência a água e alta degradação térmica. Em contrapartida, o AS possui diversos grupos carboxilas livres o que torna possível realizar diversas modificações, como a hidrofóbica (REN, 2016).

Diversos materiais são utilizados com essa finalidade como peneiras moleculares mesoporosas pois apresentam poros de tamanho controlável e uma

alta área superficial específica, o que ainda possibilita sua utilização como adsorvente. Entre as peneiras moleculares mesoporosas encontra-se, a sílica Santa Barbara amorfa hexagonal bidimensional (SBA-15) que possui poros que variam de 31 a 64 Å. As peneiras moleculares híbridas orgânico-inorgânicas que possuem funcionalidades orgânicas possuem uma melhor atuação no processo de adsorção. A SBA-15 quando funcionalizada com (3-aminopropil) trietoxisilano (APTES) apresenta uma alta capacidade de adsorção e uma alta reciclagem do material (SONG, 2019).

Sendo assim, neste trabalho foi realizada a modificação do AS com sílica mesoporosa amino funcionalizada (ASBA-15), afim de se obter um produto com maior caráter hidrofóbico. O alginato modificado com ASBA-15 (Alg-ASBA-15) e o alginato puro (Alg) foram utilizados no preparo de hidrogéis juntamente com o polímero sintético poli(álcool vinílico) (PVA) para posterior aplicação como adsorventes na remoção dos BTEX da águas residuais.

2. METODOLOGIA

Obtenção do alginato modificado: 100 mg de Alg foi solubilizado em 50mL de uma solução tampão PBS pH 4,0 mantida sob agitação por 2h, a temperatura ambiente. Em seguida foi adicionado 50mg de EDC, onde a solução permaneceu em agitação por mais 2 h, a uma temperatura de 4 °C. Logo após 100 mg de ASBA-15 foram adicionados a solução, permanecendo em agitação por 24 h, a temperatura ambiente. Percorrido o tempo de reação, foi realizada a diálise contra água da solução, por 24 h, após a amostra foi seca em estufa a vácuo à 65 °C até se observar a total evaporação da água.

Preparo dos hidrogéis de Alg/PVA e Alg-ASBA-15/PVA: Foram preparadas três diferentes amostras de hidrogéis, nas proporções mostradas na tabela 1.

Tabela 1: Proporções mássicas utilizadas no preparo dos hidrogéis.

Amostra	PVA (mg)	Alg (mg)	Alg-ASBA-15 (mg)	Razão
1	500	-	-	100:0
2	250	250	-	50:50
3	250	-	250	50:50

Todas as amostras foram preparadas utilizando a mesma metodologia. Inicialmente foi preparada uma solução aquosa de PVA (Mw 124 KDa, 99% hidrolisado) posteriormente foram adicionadas as quantidades de Alg ou Alg-ASBA-15 conforme a Tabela 1. As misturas permaneceram sob agitação, a temperatura ambiente, até a total solubilização de todos os compostos. Em seguida, a solução foi colocada no ultra freezer passando por 4 ciclos de congelamento-descongelamento. Após a formação dos hidrogéis, as amostras foram cortadas e liofilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de FTIR foi utilizada para identificar a composição química dos materiais. Conforme apresentado na Figura 1, o espectro do Alg apresenta uma banda larga em 3440 cm⁻¹ referente ao estiramento axial da ligação O-H. As bandas em 1640 cm⁻¹ e 1430 cm⁻¹ estão relacionadas ao estiramento assimétrico e simétrico respectivamente dos grupos -COO⁻. Já o espectro obtido para a ASBA-15 apresentou uma banda em 1640 cm⁻¹ que está relacionada ao estiramento da ligação N-H e em 1228 cm⁻¹ referente ao estiramento da ligação C-N. As bandas em 1079 cm⁻¹ e 804 cm⁻¹ são referentes ao estiramento

assimétrico e simétrico das ligações Si-O-Si, respectivamente. Através do espectro de FTIR do Alg-ASBA-15 é possível observar que as bandas características do Alg não aparecem, em contrapartida observa-se o aparecimento das bandas do ASBA-15 sugerindo que houve a modificação do alginato.

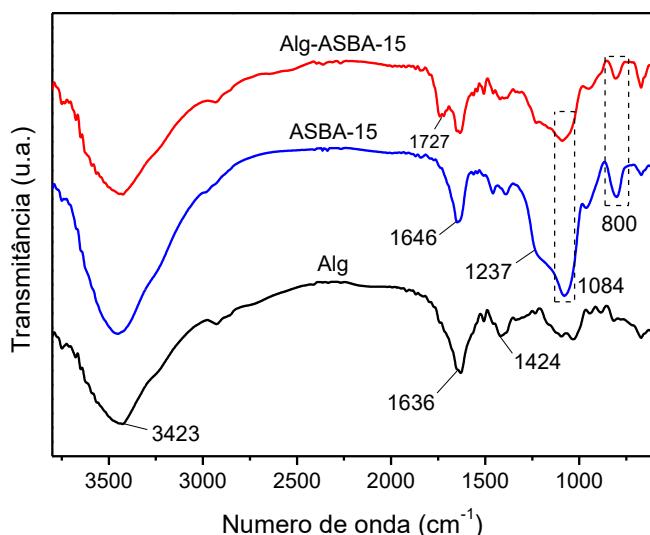


Figura 1: Espectros de FTIR obtidos para Alg, ASBA-15 e Alg-ASBA-15.

A capacidade de adsorção em função do tempo de benzeno e tolueno, para os hidrogéis de PVA/Alg e PVA/Alg-ASBA-15 é apresentada na **Figura 2**. Como observado com o passar do tempo a capacidade de adsorção de ambos materiais aumenta e quanto maior a concentração inicial de contaminantes maior é a capacidade de adsorção do material, além disso pode-se observar que o equilíbrio de adsorção para ambos materiais é atingido em 180 min. Os hidrogéis de PVA/Alg-ASBA-15 apresentam uma capacidade superior de adsorção quando comparados aos hidrogéis de PVA/Alg. No equilíbrio a capacidade de adsorção dos hidrogéis de PVA/Alg-ASBA-15 foi de 1472 mg/g para a adsorção de benzeno e de 637 mg/g para a adsorção de tolueno, enquanto que a capacidade de adsorção dos hidrogéis de PVA/Alg foi de 1416 mg/g para a adsorção de benzeno e de 583 mg/g para a adsorção de tolueno.

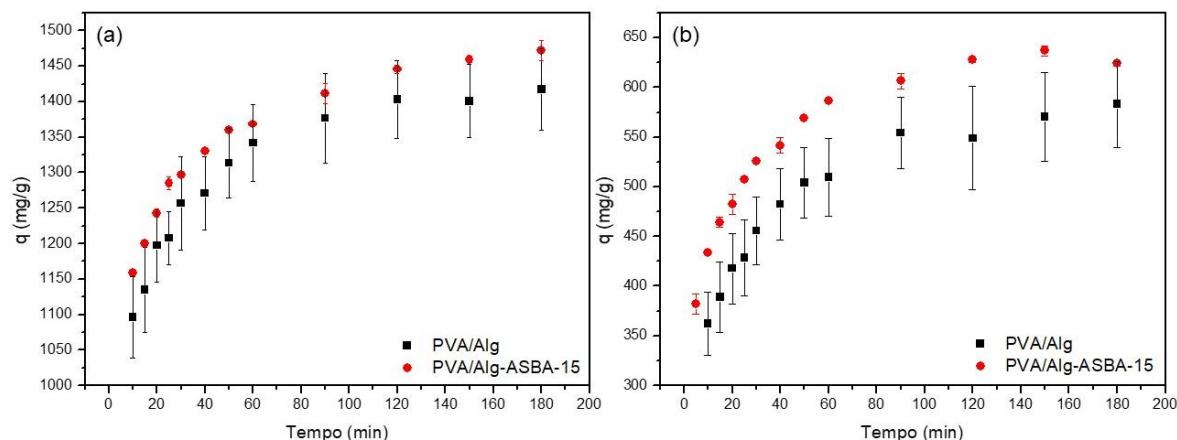


Figura 2: Capacidade de adsorção em função do tempo (a) de benzeno e (b) de tolueno.

4. CONCLUSÕES

A partir dos espectros de FTIR apresentados neste trabalho, acredita-se que ocorreu a modificação do alginato devido ao aparecimento das bandas de ASBA-15. Observou-se também que o hidrogel de alginato modificado é uma boa alternativa de adsorvente para essa classe de contaminantes, apresentando maior capacidade de adsorção de contaminantes BTEX.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjum, H., Johari, K., Gnanasundaram, N., Ganesapillai, M., Arunagiri, A., Regupathi, I., & Thanabalan, M. A review on adsorptive removal of oil pollutants (BTEX) from wastewater using carbon nanotubes. **Journal of Molecular Liquids**, v.277, p.1005-1025, 2018.
- Lian, Q., Konggidinata, M. I., Ahmad, Z. U., Gang, D. D., Yao, L., Subramaniam, R., Revellame, E., Holmes, W. B., Zappi, M. Combined effects of textural and surface properties of modified ordered mesoporous carbon (OMC) on BTEX adsorption. **Journal of Hazardous Materials**, v.377, p.381–390, 2019.
- Bhattacharyya, R., & Ray, S. K. (2014). Enhanced adsorption of synthetic dyes from aqueous solution by a semi-interpenetrating network hydrogel based on starch. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v.20, n.5, p.3714–3725, 2014.
- Bashir, S., Teo, Y. Y., Ramesh, S., & Ramesh, K. (2018). Synthesis and characterization of karaya gum-g- poly (acrylic acid) hydrogels and in vitro release of hydrophobic quercetin. **Polymer**, v.147, p.108–120, 2018.
- Ren, H., Gao, Z., Wu, D., Jiang, J., Sun, Y., & Luo, C. Efficient Pb(II) removal using sodium alginate–carboxymethyl cellulose gel beads: Preparation, characterization, and adsorption mechanism. **Carbohydrate Polymers**, v.137, p.402–409, 2016.
- Song, Y., Yang, L.-Y., Wang, Y., Yu, D., Shen, J., & Ouyang, X. (2018). Highly efficient adsorption of Pb(II) from aqueous solution using amino-functionalized SBA-15/calcium alginate microspheres as adsorbent. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.125, p.808-819, 2019.