

AEROGÉIS NANOCOMPÓSITOS CONTENDO MWCNT COMO POTENCIAIS ADSORVENTES DE CORANTES CATIÔNICOS

DÉBORA R. SOARES DOS SANTOS¹; JULIÊ SILVEIRA DA COSTA²;
JAQUELINE FERREIRA DE SOUZA³; ANDRÉ RICARDO FAJARDO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – deborarosane15@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – ju_scosta@yahoo.com

³Universidade Federal de Pelotas – jferreirasouza93@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – drefajardo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o aumento do consumo de corantes pelas indústrias têxtil, farmacêutica, alimentícia, gráfica e petrolífera tem gerado preocupações com o meio ambiente. Isso se dá devido a contaminação do solo e da água gerada pela não total fixação desses corantes no produto fabricado. Os corantes descartados de forma errada podem alterar a qualidade da saúde humana, uma vez que esses compostos podem ser cancerígenos e mutagênicos (KHAN, 2020). Diversos métodos de tratamento de efluentes convencionais como filtração, coagulação e troca iônica são estudados, no entanto o método de adsorção tem se mostrado uma tecnologia barata e eficaz para a remoção de contaminantes dos corpos hídricos.

Os processos de adsorção podem possibilitar a remoção do corante e ainda tornar viável a reutilização do adsorvente no processo, diminuindo os custos e tornando-se mais econômico para as indústrias (KIMURA, 1999). No entanto, a eficiência desse método depende de fatores como temperatura, pH, concentração do adsorvato, tempo de contato e área de superfície do adsorvente (YAGUB, 2014). Em vista disso, as substâncias à base de polímeros são uma alternativa para a obtenção de materiais com boa capacidade de adsorção. Este trabalho foi realizado utilizando alginato de sódio (Alg), poliacrilamida (PAAm) e compósitos a base de nanotubos de carbono de múltiplas paredes (MWCNTs) para a síntese de um adsorvente na forma de aerogel. Aerogéis são sintetizados a partir de polímeros sintéticos ou naturais (KHALIL, 2019). Possuem características interessantes como alta porosidade, baixa densidade e grande área de superfície o que os torna uma classe promissora para serem utilizados como adsorventes.

O Alg é um polímero linear aniônico natural extraído principalmente de algas marrons, que apresenta características de ser biodegradável, atóxico, etc. Entretanto, este apresenta uma baixa resistência mecânica e baixa estabilidade térmica (REN, 2016). A fim de melhorar as limitações do Alg, este foi misturado com PAAm, que é um polímero sintético hidrofílico, biocompatível e não imunogênico (SARKAR, 2020). Compósitos a base de nanotubos de carbono de múltiplas paredes (MWCNTs) apresentam grande potencial para serem usados como adsorventes, pois possuem uma boa estabilidade mecânica, propriedades eletrônicas e grande área de superfície o que pode aumentar a capacidade de adsorção dos materiais desenvolvidos (SAVAGE, 2005).

Sendo assim, foi sintetizado um aerogel nanocomposto à base de Alg/PAAm e MWCNT para adsorção de corantes em águas residuais.

2. METODOLOGIA

Obtenção dos aerogéis nanocompósitos: Inicialmente foi sonificado 0,1% (m/v) de MWCNTs em 30 mL de água destilada, por 30 min a temperatura ambiente. Nessa solução foram adicionadas 500 mg de PAAm e 500 mg de Alg. As misturas permaneceram sob agitação, à temperatura ambiente, até que ocorresse a total solubilização de todos os compostos. Em seguida a solução foi vertida em moldes, e congelada em um ultra freezer por 24h. Posteriormente o material foi cortado e imerso em solução de 3% (m/v) de CaCl_2 e mantida sob agitação em mesa agitadora por 24 h. Após a formação dos aerogéis, esses foram lavados com água destilada, congelados e liofilizados. **Caracterização:** Até o presente momento, o aerogel foi caracterizado pelas técnicas de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Grau de intumescimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de FTIR foi utilizada para identificar a natureza química dos materiais desenvolvidos bem como dos materiais precursores. Conforme mostrado na **Figura 1**, o Alg apresenta uma banda em 3300 cm^{-1} referente ao estiramento axial da ligação O-H. Já as bandas que aparecem em 1604 e 1418 cm^{-1} correspondem aos estiramentos assimétrico e simétrico das ligações C=O de grupos carboxilato do Alg, respectivamente. O espectro de PAAm apresentou uma banda em 3441 cm^{-1} referente ao estiramento da ligação N-H do grupo amida. As bandas observadas em 1652 e 1452 cm^{-1} são referentes ao estiramento da ligação C=O, características de grupos de ácidos carboxílico e amida respectivamente. O espectro do aerogel Alg/PAAm@MWCNT apresenta as principais bandas provenientes do Alg e da PAAm. Entretanto observou-se uma banda em 1637 cm^{-1} que pode estar associada a sobreposição da banda de vibração da ligação C=O de grupos carboxilato do Alg e da amida da PAAm, resultando em um deslocamento dessas bandas para maiores e/ou menores comprimentos de onda. O deslocamento pode ser justificado pelas mudanças conformacionais no Alg na presença de CaCl_2 e das ligações formadas entre os grupos carboxila do Alg e os grupos amida da PAAm.

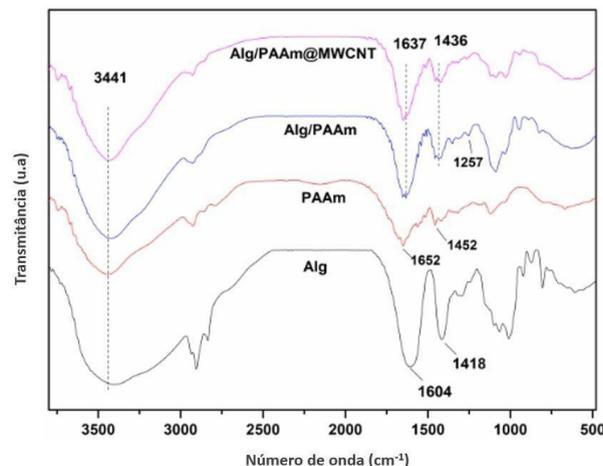


Figura 1: Espectros de FTIR obtidos para Alg, PAAm, Alg/PAAm e Alg/PAAm@MWCNT.

Tendo em vista o meio de aplicação desses materiais é interessante do ponto de vista prático analisar o comportamento dos mesmos em meio aquoso. Para isso a análise de intumescimento faz-se necessária. Na **Figura 2** é possível observar o grau de intumescimento dos aerogéis desenvolvidos em tempos pré-determinados. Nota-se que ambas as amostras apresentaram um rápido grau de inchaço devido a natureza hidrofílicas dos polímeros precursores. As amostras de Alg/PAAm apresentaram um grau de inchaço máximo de 335%. Já os aerogéis contendo MWCNT apresentaram um grau de inchaço um pouco maior, com um máximo 389 %. Isso se deve devido às fortes interações do MWCNT com a espinha dorsal do Alg, que por sua vez podem dificultar a interação do Alg com os íons Ca^{2+} deixando as cadeias do Alg mais disponíveis para interagirem com a água, acarretando em um maior grau de intumescimento.

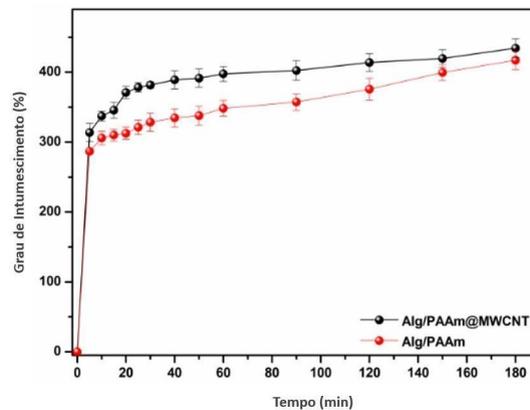


Figura 2: Curvas de intumescimento para Alg/PAAm e Alg/PAAm@MWCNT em meio aquoso

Nas imagens obtidas por MEV é possível observar que ambos aerogéis apresentaram uma alta rugosidade superficial. No entanto para as amostras contendo MWCNT é possível observar que o material possui maior porosidade e irregularidade o que sugere que as amostras de Alg/PAAm@MWCNT podem apresentar um bom desempenho na aplicação desejada.

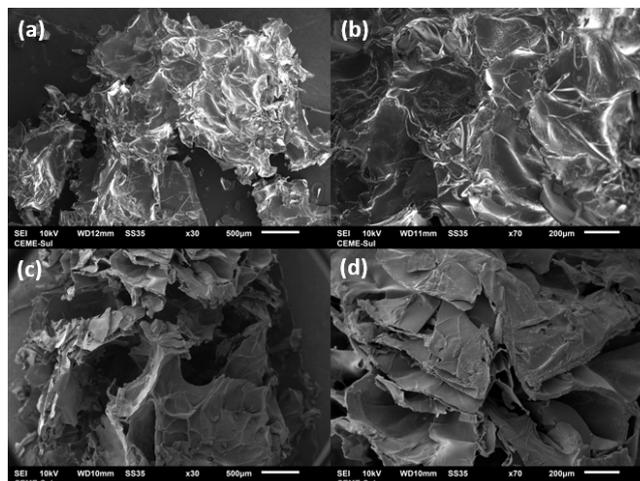


Figura 3: Imagens obtidas por MEV para Alg/PAAm (a, b) e Alg/PAAm@MWCNT (c, d) (ampliado 30 e 70 x)

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados neste trabalho, pode-se confirmar a formação do aerogel nanocompósito e que a presença dos MWCNTs melhora propriedades intrínsecas como porosidade e grau de inchaço. Contudo as características físico-químicas do aerogel e a sua capacidade de adsorver corantes ainda estão sendo investigadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Khan, I., Saeed, K., Ali, N., Khan, I., Zhang, B., & Sadiq, M. Heterogeneous Photodegradation of Industrial Dyes: An Insight to Different Mechanisms and Rate Affecting Parameters. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.8, 104364, 2020.

Khalil, A., Nasser, W. S., Osman, T. A., Toprak, M. S., Muhammed, M., & Uheida, A. Surface modified of polyacrylonitrile nanofibers by TiO₂/MWCNT for photodegradation of organic dyes and pharmaceutical drugs under visible light irradiation. **Environmental Research**, v.179, 108788, 2019.

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.

Sarkar, N., Sahoo, G., & Swain, S. K. Nanoclay sandwiched reduced graphene oxide filled macroporous polyacrylamide–agar hybrid hydrogel as an adsorbent for dye decontamination. **Nano-Structures & Nano-Objects**, v.23, 100507, 2020.