



## FOTODEGRADAÇÃO DE CORANTES CATALISADA POR AEROGÉIS NANOCOMPÓSITOS COM NANOTUBOS DE CARBONO

**JULIÊ SILVEIRA DA COSTA<sup>1</sup>**; **JAQUELINE FERREIRA DE SOUZA<sup>2</sup>**; **ANDRÉ RICARDO FAJARDO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – ju\_scosta@yahoo.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – jferreirasouza93@hotmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – drefajardo@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, estão disponíveis comercialmente mais de 10.000 corantes e estes vêm sendo cada vez mais usados em indústrias têxteis, de tinturaria, papelaria, couro, farmacêutica, alimentícia, etc. Durante o processo de tingimento cerca de 10-15% dos corantes são descartados diretamente nas águas residuais. Consequentemente, a presença de corantes orgânicos nas águas residuais causa diversos impactos negativos na saúde e nos ecossistemas de forma direta ou indireta. Os corantes apresentam potencial mutagênico, cancerígeno e não são biodegradáveis devido ao seu volume e estrutura complexa (KHAN, 2020).

Estes ainda apresentam uma alta estabilidade, que faz com que não possam ser facilmente removidos das águas residuais por tecnologias de tratamento convencionais como, adsorção, ozonização, coagulação/flocação, osmose reversa, etc. Ainda, estas técnicas convencionais apresentam a desvantagem de gerar um resíduo secundário. Como alternativa, para essa problemática a tecnologia de fotodegradação vem sendo utilizada para tratar águas residuais contaminadas por corantes (KHALIL, 2019). A fotodegradação é a decomposição química de moléculas grandes em moléculas menores, não tóxicas e de baixo peso molecular, usando o amplo espectro de luz solar. O processo de fotodegradação é geralmente realizado utilizando um photocatalisador heterogêneo, que deve ser estável, não tóxico, barato, reciclável e altamente fotoativo (KHAN, 2020). Em vista disso, os materiais a base de polímeros são uma alternativa para a obtenção de photocatalisadores heterogêneos. Os photocatalisadores poliméricos podem ser sintetizados a partir de polímeros sintéticos ou naturais. Os polímeros sintéticos possuem como principal característica a alta resistência mecânica, entretanto possuem um alto custo e não são biodegradáveis. Já os polímeros naturais, possuem característica de serem biodegradáveis e renováveis. Sendo assim a combinação dos polímeros sintéticos e naturais geram um photocatalisador com melhores propriedades (KHALIL, 2019).

O alginato de sódio (Alg) é um polímero linear aniónico natural extraído principalmente de algas marrons, que apresenta características de ser biodegradável, atóxico, etc. Entretanto, o Alg apresenta uma baixa resistência mecânica, uma baixa estabilidade e uma alta degradação térmica (REN, 2016). A fim de melhorar as limitações do Alg, este foi misturado com poliacrilamida (PAAm) que é um polímero sintético hidrofílico, biocompatível, não tóxico e não imunogênico (SARKAR, 2020).

Os compósitos a base de nanotubos de carbono de múltiplas paredes (MWCNTs) apresentam grande potencial para serem usados como photocatalisadores, pois possuem uma boa estabilidade mecânica, propriedades



eletrônicas e grande área de superfície para aumentar a atividade photocatalítica (CHENAB, 2019).

Sendo assim neste trabalho, foi sintetizado um aerogel nanocompósito baseado em Alg e PAAm com MWCNT para catalisar a fotodegradação de corantes em águas residuais.

## 2. METODOLOGIA

*Obtenção dos aerogéis nanocompósitos:* Inicialmente 0,1% (m/v) de MWCNTs foi sonicado 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, a temperatura ambiente, até que ocorresse a total solubilização de todos os compostos. Em seguida a solução foi vertida em seringas que tiveram o bico previamente cortado, e foram colocadas em um ultra freezer por 24-48 h. Posteriormente o material foi cortado e imerso em solução de 1% (m/v) de CuCl<sub>2</sub> e mantida sob agitação em mesa agitadora por 24 h. Após a formação dos aerogéis, esses foram lavados com água destilada, congelados e liofilizados.

Até o presente momento, o aerogel foi caracterizado pelas técnicas de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) e Análise Termogravimétrica (TGA).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de FTIR foi utilizada para identificar se o material possui as bandas características dos seus materiais de partida e as possíveis interações que ocorreram entre eles. Conforme mostrado na Figura 1, o Alg apresenta uma banda em 3300 cm<sup>-1</sup> referente ao estiramento axial da ligação O-H. Já as bandas que aparecem em 1533 cm<sup>-1</sup> e 1328 cm<sup>-1</sup> correspondem aos estiramentos assimétrico e simétrico das ligações C=O de grupos carboxilato do Alg, respectivamente. O espectro de PAAm apresentou uma banda em 3449 cm<sup>-1</sup> referente ao estiramento da ligação N-H do grupo amida. As bandas observadas em 1652 cm<sup>-1</sup> e 1442 cm<sup>-1</sup> são referentes aos estiramentos assimétrico e simétrico da ligação C=O dos grupos de ácidos carboxílico e amida, respectivamente. O espectro do aerogel Alg-Cu<sup>2+</sup>/PAAm@MWCNT apresenta as principais bandas provenientes do Alg e do PAAm. Entretanto observou-se uma banda em 1639 cm<sup>-1</sup> que pode estar associada à 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 CuCl<sub>2</sub> e das ligações formadas entre os grupos carboxila do Alg e os grupos amida do PAAm.

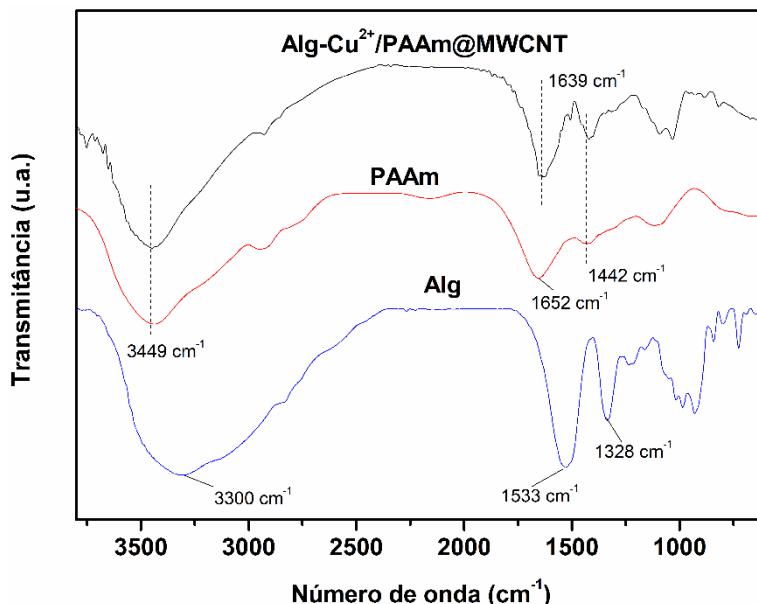


Figura 1: Espectros de FTIR obtidos para Alg, PAAm e Alg-Cu<sup>2+</sup>/PAAm@MWCNT.

As propriedades térmicas do Alg, da PAAm e do aerogel Alg-Cu<sup>2+</sup>/PAAm@MWCNT foram estudadas por TG/DTG (Figura 2). Observou que todos os materiais apresentaram curvas com uma perda de 10% de massa na faixa de temperatura entre 30 e 110 °C possivelmente devido à volatilização de água livre nas amostras. A curva TGA do Alg sugere duas etapas de degradação térmica onde a maior ocorreu na faixa de temperatura entre 210 e 285 °C, resultando na perda de 35% da massa do Alg. O segundo estágio de degradação, com um máximo de temperatura em 243 °C é devido à quebra da cadeia principal do Alg. A curva TGA da PAAm apresentou três etapas de degradação térmica onde a segunda etapa foi observada com um máximo de temperatura em 275 °C, correspondendo a perda de grupos amina. A terceira etapa de degradação foi observada com um máximo de temperatura em 382 °C devido a decomposição do produto cílico. A curva TGA do aerogel apresentou quatro etapas de degradação térmica, sendo o segundo estágio com máximo de temperatura em 208 °C, que pode ocorrer devido a quebra da cadeia principal do Alg. A terceira etapa de degradação ocorre com um máximo de temperatura em 243 °C e o quarto com um máximo de 396 °C, estes estágios ocorrem devido as decomposições observadas na PAAm. Ainda pelas curvas de TGA pode-se observar que a presença de MWCNT nos aerogéis resultou em um material com uma maior massa residual.

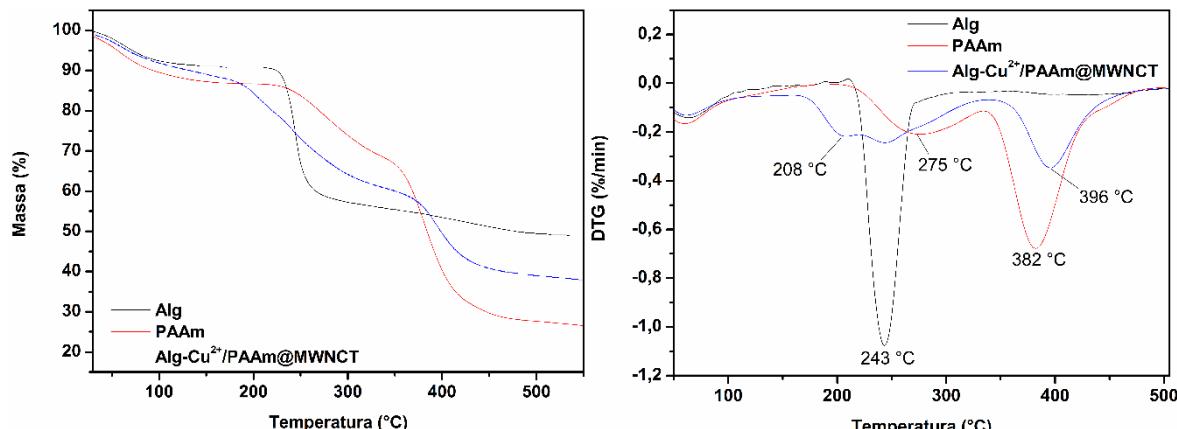


Figura 2: Curvas de TG e DTG obtidos para Alg, PAAm e Alg-Cu<sup>2+</sup>/PAAm@MWCNT.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados neste trabalho, pode-se confirmar a formação do aerogel nanocompósito e que a presença dos MWCNTs aumentou a estabilidade térmica do material. Contudo as características físico-químicas do aerogel e a sua capacidade de catalisar a fotodegradação de 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 TiO<sub>2</sub>/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.

Chenab, K. K., Sohrabi, B., Jafari, A., & Ramakrishna, S. Water treatment: functional nanomaterials and applications from adsorption to photodegradation. **Materials Today Chemistry**, v.16, 100262, 2020.