

## **REDUÇÃO DE ÍONS CU<sup>2+</sup> REMOVIDOS DE RESÍDUO DE LABORATÓRIO UTILIZANDO FILMES DE CARBOXIMETIL CELULOSE**

**Matheus Lucas Median Amorim**

**Vera Regina Leopoldo Constantino**

**Denise Freitas Siqueira Petri**

**Instituto de Química da USP**

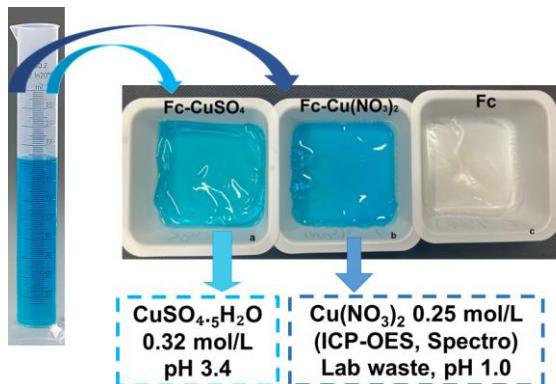
[matheusmedian@usp.br](mailto:matheusmedian@usp.br)

### **Objetivos**

O cobre é um dos elementos ameaçados.<sup>1</sup> Por esse motivo, é essencial propor estratégias para sua recuperação. Íons Cu<sup>2+</sup> podem ser removidos de resíduos de laboratórios de graduação por adsorção em carboximetil celulose (CMC).<sup>2</sup> Os íons Cu<sup>2+</sup> adsorvidos podem ser dessorvidos em meio ácido<sup>2</sup> ou eletrodepositados.<sup>3</sup> Os objetivos deste estudo são investigar: (i) as transformações dos íons Cu<sup>2+</sup> adsorvidos sob tratamento térmico brando (170 °C, 20 min), e (ii) o efeito do contra-íon nessas transformações.

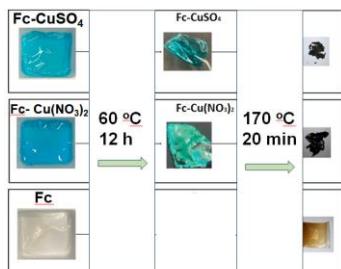
### **Materiais e métodos**

Os filmes de CMC foram preparados através da secagem do gel precursor (CMC 30 g/L, ácido cítrico 3 g/L e hipofosfito de sódio 1,5 g/L)<sup>4</sup> em estufa a 65 °C, por 72 h min. Em seguida, os filmes são imersos nas soluções de sulfato e nitrato de cobre, afim de removerem íons Cu<sup>2+</sup> das soluções, conforme a **Figura 1**.



**Figura 1:** Filmes de CMC em contato com as soluções contendo cobre.

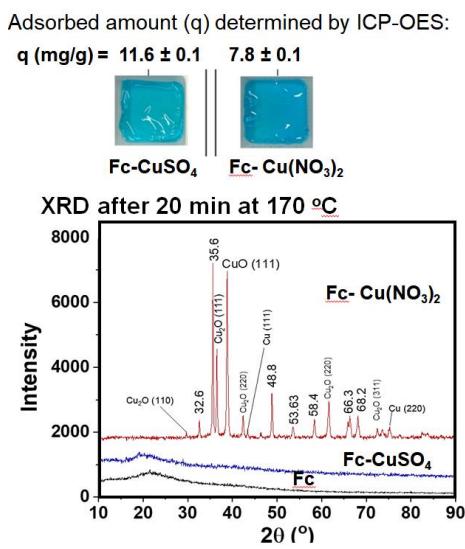
Os filmes secos contendo íons cobre foram submetidos a tratamento térmico em estufa fechada (170 °C, 20 min), assim como o controle (filme de CMC puro), como mostra a **Figura 2**.



**Figura 2:** Fotografias dos filmes de CMC após secagem e tratamento térmico.

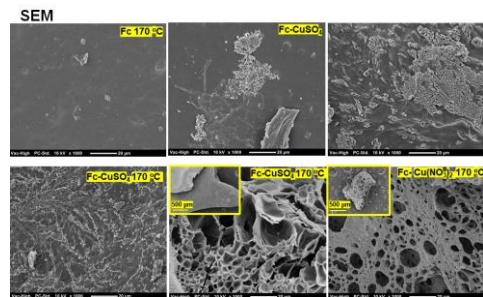
## Resultados

Análises de ICP-OES demonstraram que os filmes conseguiram remover aproximadamente 11,6 mg de cobre por grama de filme em solução de  $\text{CuSO}_4$  e 7,8 mg de cobre na solução de  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , conforme representado na **Figura 3**. Na mesma figura, observa-se análises de difração de raios-X (DRX) após o tratamento térmico, indicando a formação de óxidos de cobre, inclusive de  $\text{Cu}^+$  e  $\text{Cu}^0$ , o que indica a redução do  $\text{Cu}^{2+}$  que foi removido das soluções.



**Figura 3:** Representação dos resultados de remoção obtidos por ICP-OES e de DRX pós tratamento térmico.

A **Figura 4** mostra imagens de microscopia eletrônica de varredura (MEV), que evidenciaram a formação de poros na estrutura dos filmes contendo íon cobre após o tratamento térmico.



**Figura 4:** Imagens de MEV dos filmes antes e depois do tratamento térmico.

## Conclusões

Após aquecimento a 170 °C por 20 min, a redução de  $\text{Cu}^{2+}$  para  $\text{Cu}^+$  foi mais pronunciada quando o contra-íon era nitrato (XRD). Uma pequena quantidade de  $\text{Cu}^0$  foi formada. O aquecimento em ar promoveu a decomposição de  $\text{NO}_3^-$  em  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_2$ ,<sup>5</sup> aumentando a porosidade em comparação ao sulfato (SEM), devido à possível reação:  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ .

## Referências

- <https://www.acs.org/green-chemistry-sustainability/research-innovation/endangered-elements.html>
- Callisaya, M.P. et al. *Environ Res* **2024**, 252, 118970.
- Wu, J. et al. *Water* **2025**, 17, 856.
- Bueno, V.B. et al. *Carbohydr Pol* **2013**, 92, 1091-1099.
- Ghose, J.; Kanungo, A. *J. Thermal Anal* **1981**, 20, 459-462