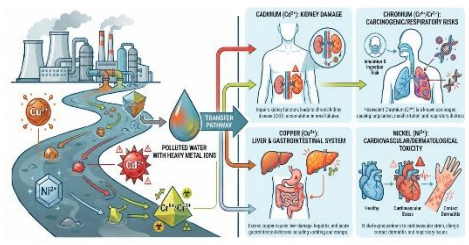
cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

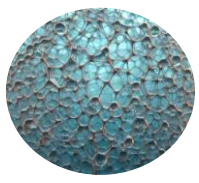
Hidrogel de quitosana contendo nanoestruturas de celulose modificadas com dianidrido etilenodiaminotetracético para a remoção de íons metálicos da água

Rennan F. S. Barbosa[1,2], Lucia H. I. Mei[2] and Derval S. Rosa[1]
1 – Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS), Universidade Federal do ABC (UFABC)
2 - Departamento de Engenharia de Materiais e de Bioprocessos, Faculdade de Engenharia Química (FEQ), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
*dervalrosa@yahoo.com.br / derval.rosa@ufabc.edu.br

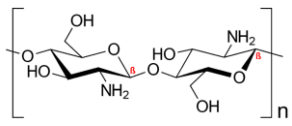
Introdução e Objetivos



Hidrogéis de quitosana



Área superficial



Adsorção

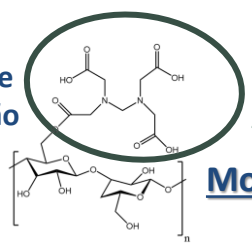


Biomassa



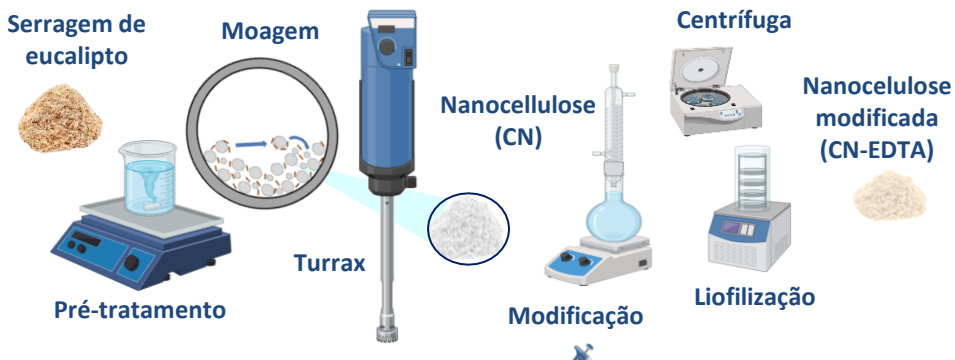
Nanoestruturas de celulose

Sítios de Interação



Modificação

Materiais e Métodos





Resultados e Discussão

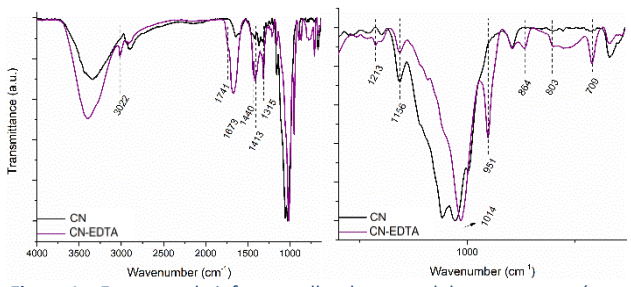


Figura 1 – Espectros de infravermelho da nanocelulose antes e após modificação.

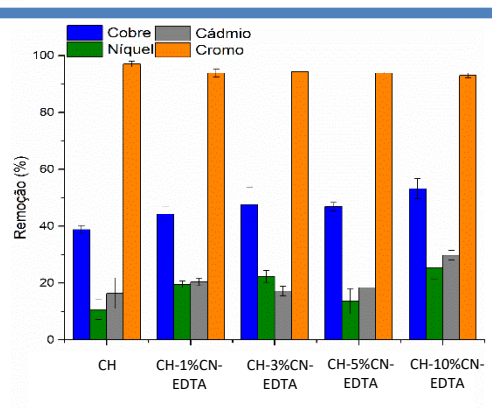


Figura 5 – Percentual de remoção de íons metálicos pelos hidrogéis.

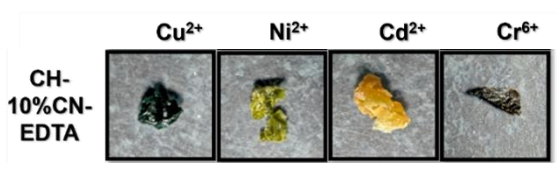


Figura 6 – Ilustração da mudança de coloração pós-sorção.

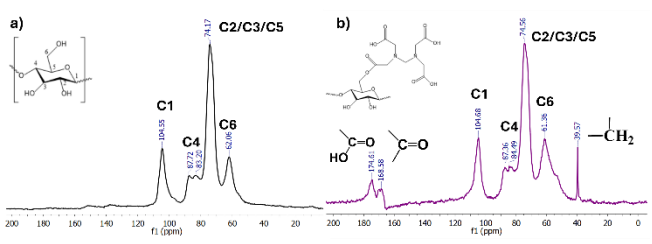


Figura 2 – Espectro de RMN de ^{13}C das amostras: a) CN, e b) CN-EDTA.

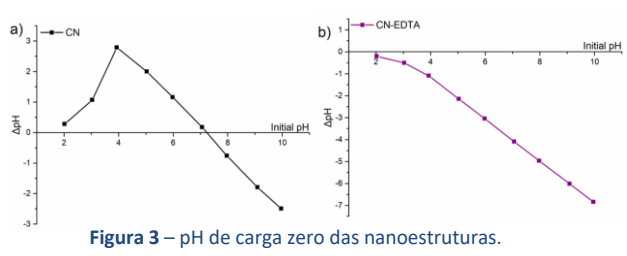


Figura 3 – pH de carga zero das nanoestruturas.

Tabela 1 – Parâmetros de ajuste de isoterma para CH.

Model	Parameters	Copper	Nickel	Cadmium	Chromium
Langmuir	q_{max} (mmol g^{-1})	0.423	0.660	0.698	1.143
	K_L (L $mmol^{-1}$)	9.316	7.024	5.358	27.366
	R^2	0.994	0.981	1.000	0.980
	AIC	-22.931	-16.486	-29.296	-13.363
Freundlich	K_F (mmol g^{-1}).(L $mmol^{-1})^{1/n}$	0.363	0.521	0.539	1.144
	N	3.704	3.247	3.020	5.044
	R^2	0.966	0.922	0.962	0.967
	AIC	-17.761	-12.102	-14.457	-11.915
Dubinin-Radushkevich	q_{max} (mmol g^{-1})	0.404	0.626	0.644	1.145
	K_{DR} x10^{-9} (mol^2 J^{-2})	2.173	3.372	4.619	0.579
	E (kJ mol^{-1})	15.169	12.177	10.404	29.389
	R^2	0.993	0.983	0.997	0.995
	AIC	-22.438	-16.766	-21.807	-17.689
Sips	q_{max} (mmol g^{-1})	0.456	0.626	0.706	1.314
	K_s (L $mmol^{-1}$)	4.948	13.591	4.950	6.124
	ns	0.795	1.209	0.970	0.613
	R^2	0.997	0.983	1.000	0.998
	AIC	-23.185	-14.798	-27.872	-18.631

Tabela 2 – Parâmetros de ajuste de isoterma para CH-10% CN-EDTA.

Model	Parameters	Copper	Nickel	Cadmium	Chromium
Langmuir	q_{max} (mmol g^{-1})	0.886	1.602	1.320	1.987
	K_L (L $mmol^{-1}$)	8.371	5.125	5.208	24.291
	R^2	0.999	0.993	0.998	0.986
	AIC	-23.117	-14.455	-19.586	-11.553
Freundlich	K_F (mmol g^{-1}).(L $mmol^{-1})^{1/n}$	0.775	1.279	1.061	2.348
	n	3.013	2.777	2.602	3.311
	R^2	0.954	0.926	0.963	0.982
	AIC	-12.328	-7.438	-10.780	-10.720
Dubinin-Radushkevich	q_{max} (mmol g^{-1})	0.842	1.469	1.201	2.017
	K_{DR} x10^{-9} (mol^2 J^{-2})	2.631	5.241	4.554	0.788
	E (kJ mol^{-1})	13.785	9.768	10.478	25.193
	R^2	0.999	0.996	0.996	0.994
	AIC	-23.476	-16.714	-17.910	-13.997
Sips	q_{max} (mmol g^{-1})	0.863	1.443	1.303	2.454
	K_s (L $mmol^{-1}$)	10.874	13.259	5.667	5.091
	ns	1.083	1.383	1.028	0.653
	R^2	0.999	0.998	0.998	0.997
	AIC	-21.985	-16.538	-17.658	-13.750

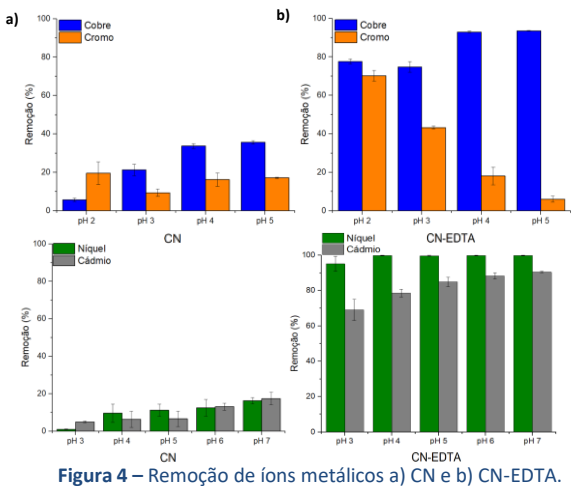


Figura 4 – Remoção de íons metálicos a) CN e b) CN-EDTA.

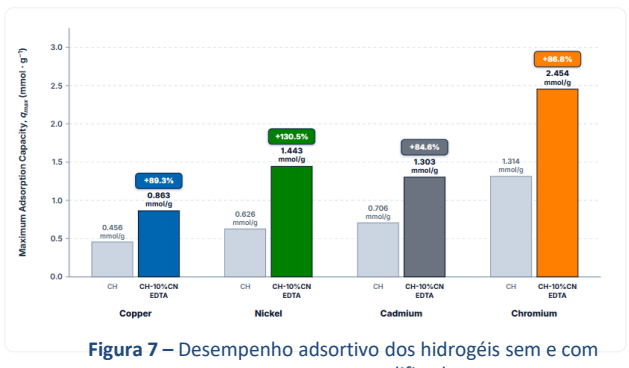


Figura 7 – Desempenho adsortivo dos hidrogéis sem e com nanoestruturas modificadas

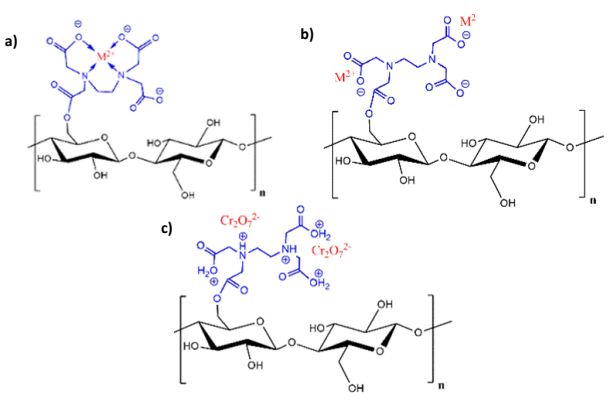


Figura 8 – Possíveis interações dos grupos superficiais da CN-EDTA com os íons metálicos.

Conclusões

- O isolamento foi eficaz, e a modificação das nanoestruturas de celulose mostrou-se eficaz na introdução de sítios ativos para a sorção de metais.
- A nanoestrutura modificada apresentou elevada capacidade de sorção, mesmo em concentrações elevadas.
- A sorção dos hidrogéis foi potencializada pela presença das nanoestruturas modificadas, e o teor de 10% apresentou os melhores resultados.
- Houve um ganho significativo no desempenho de adsorção de todos os metais avaliados com a introdução das nanoestruturas modificadas.
- Os possíveis mecanismos de interação incluem a atração eletrostática e a complexação.

Referências e Agradecimentos

1. d'Halluin, M., Rull-Barrull, J., Bretel, G., Labrugère, C., Le Grognec, E., & Felpin, F. X. (2017). Chemically modified cellulose filter paper for heavy metal remediation in water. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 5(2), 1965-1973. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b02768
2. Daochalermwong, A., Chanka, N., Songsrirote, K., Dittanet, P., Niamnuy, C., & Seubsai, A. (2020). Removal of heavy metal ions using modified celluloses prepared from pineapple leaf fiber. ACS omega, 5(10), 5285-5296. https://doi.org/10.1021/acsomega.9b04326
3. Zhang, Y., Zhao, M., Cheng, Q., Wang, C., Li, H., Han, X., ... & Li, Z. (2021). Research progress of adsorption and removal of heavy metals by chitosan and its derivatives: A review. Chemosphere, 279, 130927. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130927.

UNICAMP UFABC FAPESP 2020/13703-3 2021/14714-1 2021/08296-2 2026/01835-9 CAPES CNPq 403934/2021-4 308053/2021-4