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

SÍNTESE DE MEMBRANA DE TROCA ANIÔNICA POR REAÇÃO DE RETICULAÇÃO ENTRE ACETATO DE CELULOSE E HEMICELULOSES CATIÔNICAS

Ana Gabriela Tomé[1]; Daniel Pasquini[2]; Sheila Canobre[2], Fábio Amaral[2], Miriam M. Resende[1].
1.Faculdade de Engenharia Química – Universidade Fedral de Uberlândia; 2. Instituto de Química – Universidade Federal de Uberlândia.

Introdução

Processos de separação por membranas

- Pressão – Exclusão de tamanho, interações eletrostáticas, difusão.
- Potencial Elétrico – Transporte de íons, diferença de concentração.
- Diferença de potencial – Osmose, difusão.

Membranas de Troca Iônica (MTI): destacam-se pela seletividade química. Especificamente, as Membranas de Troca Aniônica (MTA) possuem grupos catiônicos fixos que permitem o transporte seletivo de contra-íons (ânions) enquanto bloqueiam a passagem de co-íons (cátions).

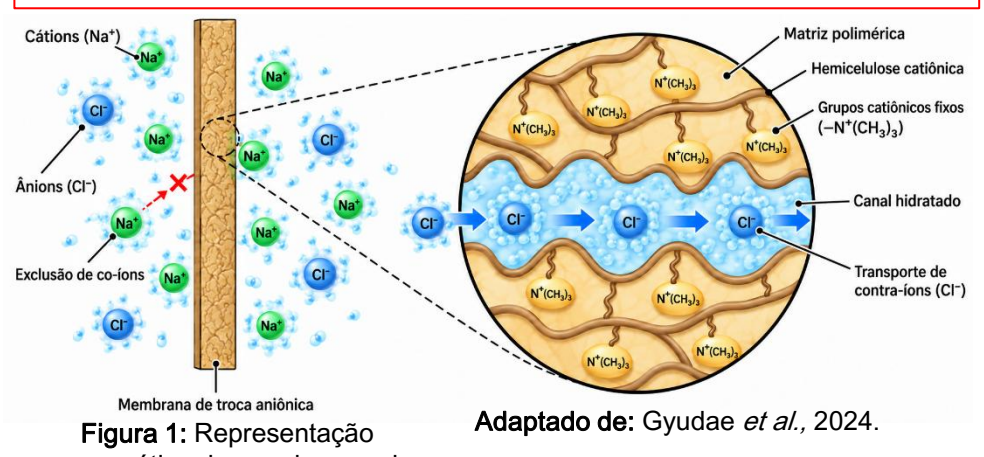


Figura 1: Representação esquemática de membranas de troca aniônica.

Adaptado de: Gyudae *et al.*, 2024.

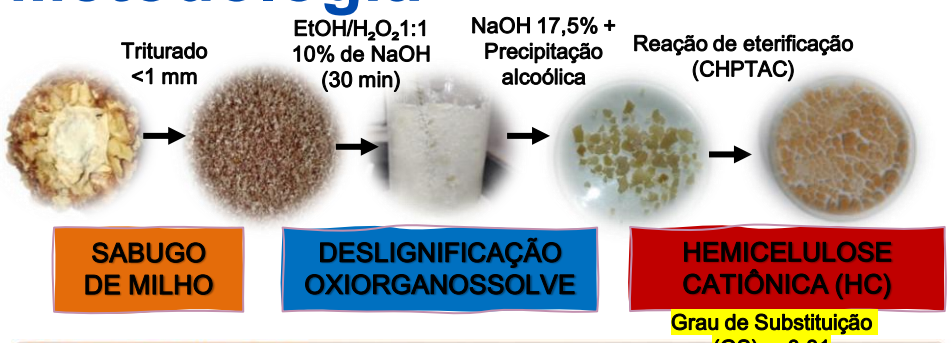
Desafios

- Solubilidade das hemiceluloses catiônicas.
- Reação de reticulação.
- Método de inversão de fase.

Objetivos

Esta pesquisa objetivou a síntese de MTA utilizando hemiceluloses catiônicas (HC) extraídas do sabugo de milho como polímero funcional, acetato de celulose (AC) como polímero base e Ácido Cítrico (Aci) como agente reticulante.

Metodologia



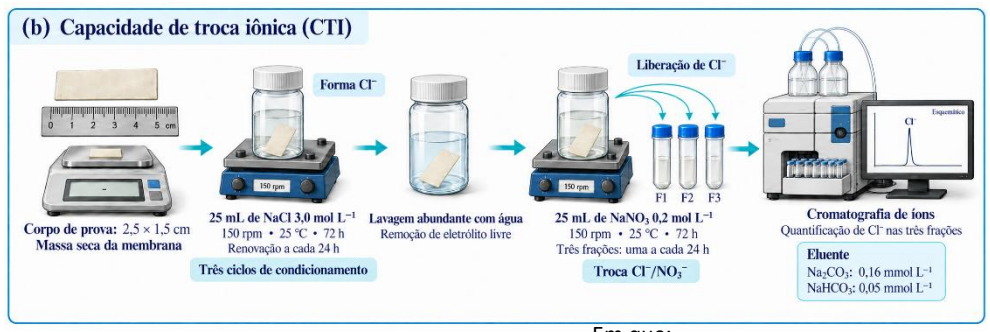
SÍNTESE DAS MEMBRANAS REAÇÃO DE RETICULAÇÃO → HC – 0,5 g e 1 g



ANÁLISES

- a) %N na membrana (Kjeldahl)
- b) Capacidade de troca iônica (meq g⁻¹)





$$CTI\ (meq\ g^{-1}) = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{Cl^-,i}\ V_i}{m_{Cl}.m_{memb}}$$

Em que:
$C_{Cl^-,i}$ = concentração de Cl^- i $\left(\frac{mg}{L}\right)$;
$V_i = 0{,}025\ L$;
$m_{Cl} = 35{,}45\ mg\ mmol^{-1}$;
m_{memb} = massa seca da membrana (g);
$n = 3$.

Resultados e Discussão

Tabela 1: Capacidade de troca aniônica das membranas sintetizadas com variação da concentração de HC.

Tempo	M1 – 0.5 g de HC	M1 – 0.5 g de HC	M2 – 1 g de HC	M2 – 1 g de HC
1	37.61	27.40	42.32	37.23
2	0.35	0.31	0.43	0.42
3	0.29	0.28	0.30	0.34
4	0.28	0.31	0.34	0.33
Soma	38.52	32.30	43.37	38.29
Massa	0.0262	0.0243	0.0224	0.0265
Média IEC (meq g⁻¹)	1.4735		1.9399	

Figura 2: Membrana de troca aniônica obtida.



M1 (1,0/0,5) AC/HC → 0,102%N → 1,4735 meq g⁻¹

M2 (1,0/1,0) AC/HC → 0,179%N → 1,9399 meq g⁻¹

PROCESSO DE SÍNTESE

- ✓ Devido à afinidade das HC com a água o modificar o método de inversão de fase poderia favorecer a fixação da HC na membrana.
- ✓ A reação de reticulação deve ser investigada estatisticamente a fim de otimizar a fixação das HC na matriz polimérica.
- ✓ HC com menor grau de substituição (GS) poderia favorecer a síntese de reticulação.

Conclusões

Portanto, a partir da síntese das MTA observa-se influência da solubilidade, da disponibilidade de sítios reacionais e da interação da HC com a matriz polimérica e com o ácido cítrico. Assim, definiu-se a próxima etapa, em que será empregado um planejamento fatorial completo misto 3x3x3, correspondendo a três tipos de HC (GS: 0.08, 0.59 e 0.81), variação da concentração de ácido cítrico e da temperatura. O ponto central, definido por 12,5% de ácido cítrico, 85 °C e 4 h, será realizado em triplicata para cada HC, totalizando 33 sintetezes. Além disso, o método de inversão de fase será por evaporação de solvente utilizando uma estufa à vácuo. Também serão preparados cinco controles: AC puro, AC com ácido cítrico e membranas AC/HC-GS0.08, AC/HC-GS0.59 e AC/HC-GS0.81 sem ácido cítrico.

Referências e Agradecimentos

Gyudae S., Pishnamazi, M., Seo, D.; Kong, R., Lee, J., Park, Y., Chae, S. Recent advances in electrodialysis technologies for recovering critical minerals from unconventional sources. Chemical Engineering Journal. Volume 497, 2024, 154640. Disponível em < https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.154640

Gahrouei, A., Rezapour, A., Pirooz, M., Pourebrahimi, S. From classic to cutting-edge solutions: A comprehensive review of materials and methods for heavy metal removal from water environments. Desalination and Water Treatment. Volume 319, 2024, 10044,. Disponível em< https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100446

Juve, J., Christensen, F., Wang, Y., Wei, Z. Electrodialysis for metal removal and recovery: A review. Chemical Engineering Journal . Volume 435, Part 2. 2022, 134857 ISSN 1385-8947. https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.134857

UFU
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES
FAPEMIG