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

Avanços no Uso de Membranas Funcionalizadas de Óxido de Grafeno para a Separação Isotópica de Lítio: Uma Revisão Técnica

Lorenzo De Micheli[1]; Solange Kazumi Sakata[1]; Claudia Giovedi[1]
1.Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN;
lorenzo.demicheli@alumni.usp.br; solange.sakata@usp.br; claudia.giovedi@usp.br

Introdução

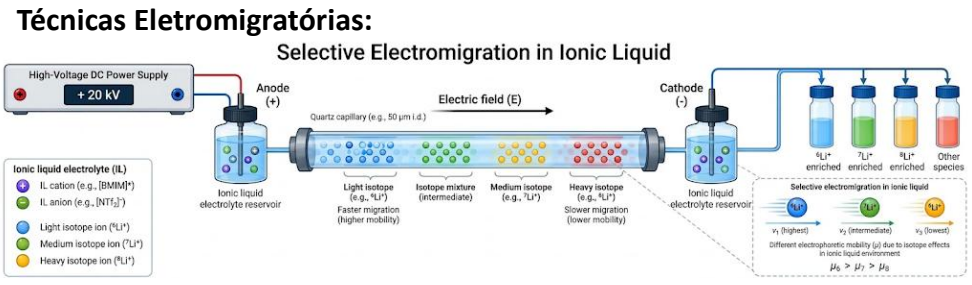
Os isótopos de ^{6}Li e ^{7}Li desempenham papeis fundamentais em aplicações nucleares: ^{6}Li na produção de trítio em reatores de fusão e ^{7}Li, na forma de hidróxido, como agente de controle do pH em reatores refrigerados a água pressurizada (PWR) [1,2]. O método tradicional de separação isotópica (COLEX) utiliza o mercúrio e apresenta sérios riscos ambientais. Éteres coroa (CE) e seus derivados possuem cavidades macrocíclicas com alta capacidade de reconhecimento e complexação seletiva de cátions, sendo uma alternativa promissora ao método tradicional.

Objetivos

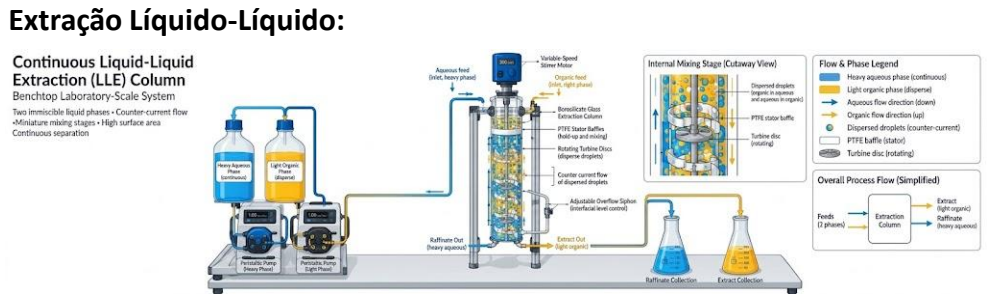
Este trabalho apresenta uma revisão crítica das tecnologias emergentes de separação, com foco particular no uso de membranas funcionalizadas de óxido de grafeno (GO).

Separação Baseada em Éteres Coroa

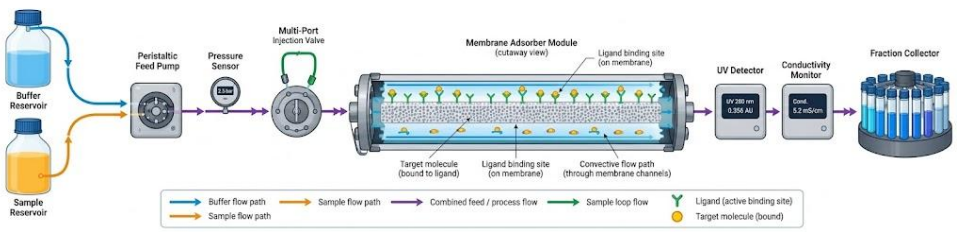
Técnicas Eletromigratórias:



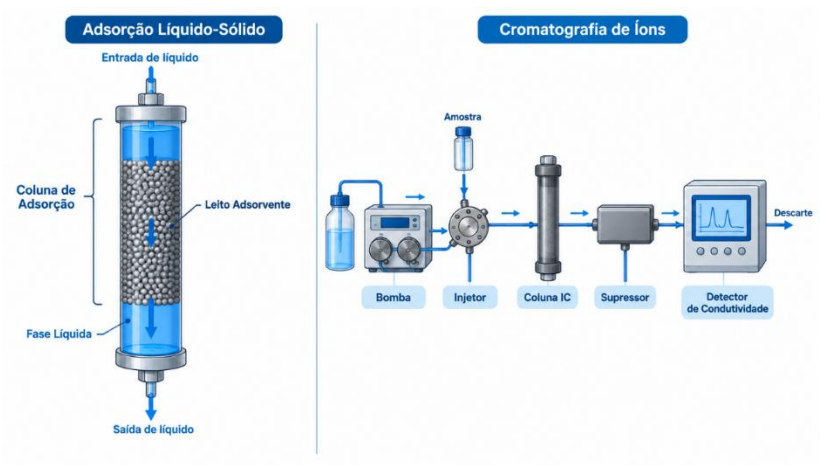
Extração Líquido-Líquido:



Cromatografia de Membrana:

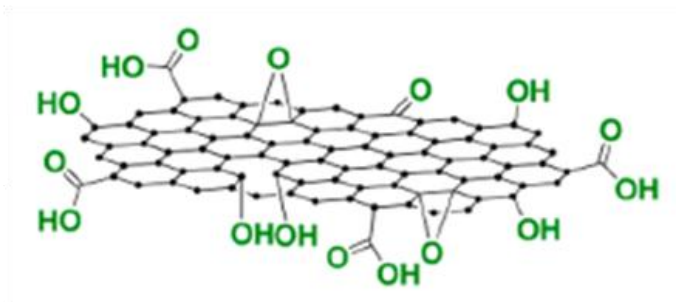


Adsorção Líquido-Sólido e Cromatografia de íons:



Óxido de Grafeno (GO) e Membranas Seletivas

A integração de óxido de grafeno (GO) com éteres coroa em membranas de troca iônica aprimora expressivamente a separação seletiva [5,6].



Óxido de grafeno

Mecanismos Moleculares de Separação

A seletividade fundamenta-se na adequação geométrica entre o tamanho da cavidade do éter coroa e o raio iônico hidratado do íon, além das diferenças nas energias de desidratação e nas constantes de força de ligação [1,2,5].
O isótopo mais leve ^{6}Li tende a se concentrar na fase de coordenação mais fraca (fase orgânica ou superficial da membrana), enquanto o isótopo mais pesado ^{7}Li enriquece na fase de ligação mais forte [1,2].
Em membranas funcionalizadas de GO, as restrições esféricas em nanoescala e as taxas diferenciais de troca de água penalizam fortemente a mobilidade de cátions concorrentes [5,6].

Conclusões

As tecnologias baseadas em éteres coroa e nanomateriais de carbono (como o óxido de grafeno) oferecem rotas altamente eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis para a separação isotópica e a extração seletiva de lítio, contribuindo para suprir as demandas futuras em aplicações nucleares.

Referências

1. Pei, H., et al. (2024). https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.126857
2. Fang, Y., et al. https://doi.org/10.1016/j.gee.2024.06.009
3. Wang, C., et al. (2022). https://doi.org/10.1016/j.cplett.2021.139265
4. Liu, B., et al. (2018). https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.09.105
5. Yin, X., et al. (2025). https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.119967
6. Shahbabaei, M., et al. (2026). https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2025.113217