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

Produção de zeólitas LTA sintéticas modificadas, a partir de resíduos, visando seu uso em separadores de baterias de lítio em melhor desempenho e segurança

Maria Eduarda Pereira Henriques[1]; Sofia Scheffel Wink[1]; Roger Franco Baldissera[1]; Giovana Dal Pont[1]; Heldiane Souza dos Santos[1]; Felipe Tavares Alvim[1]; Marçal José Rodrigues Pires[1]
1.Laboratório de Química Analítica Ambiental, Pontifícia Católica do Rio Grande do Sul[1]

Introdução

- **Separadores de PP:** Garantem o fluxo iônico e evitam curtos-circuitos em baterias de íon-lítio.
- **Requisitos do separador:** Exigem alta estabilidade térmica e resistência mecânica a perfurações.
- **NaA (4A - LTA):** Aumenta a estabilidade térmica, a resistência mecânica e a condutividade iônica.
- **Avaliação final:** Analisar a capacidade de troca catiônica da zeólita sintetizada com cálcio e potássio.
- **Sintetização:** Utiliza cinzas leves de carvão mineral como alternativa para obter a NaA.
- **Objetivo principal:** Sintetizar a NaA em escala piloto a partir desse resíduo.

Metodologia

Figura 1 - Síntese em escala píloto

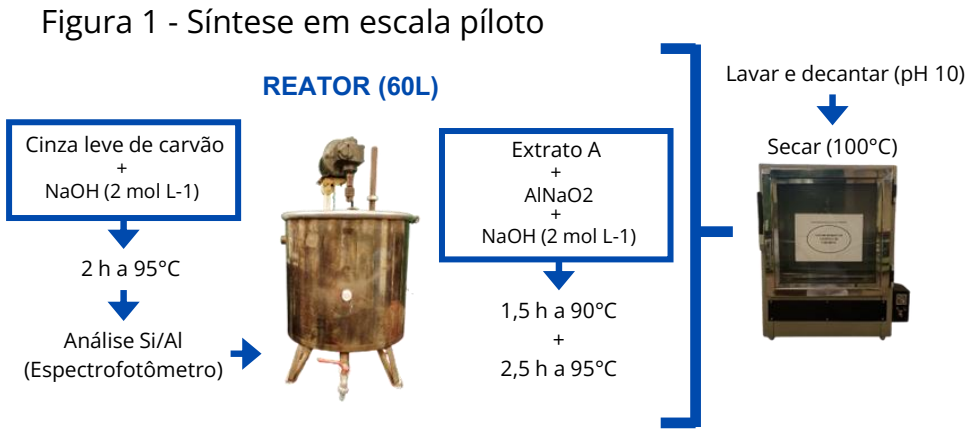
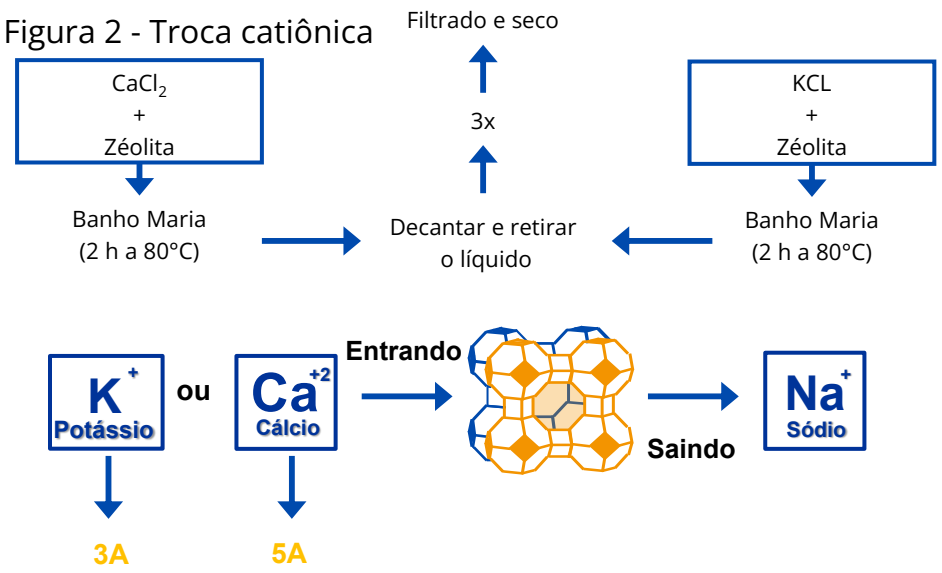


Figura 2 - Troca catiônica



Para a caracterização do material foram utilizadas as seguintes técnicas de análise:

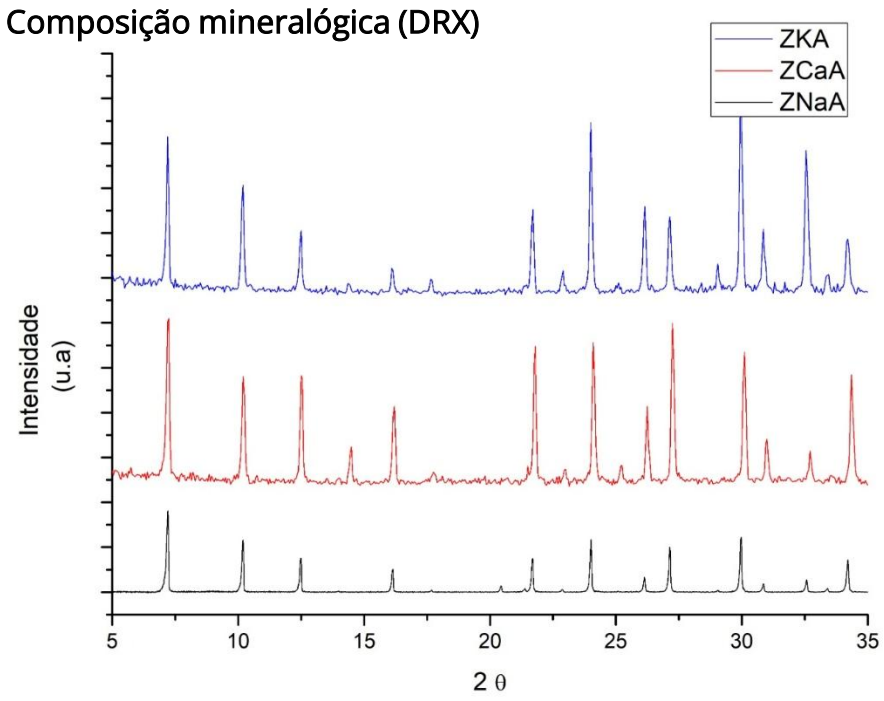
- **Composição mineralógica**
- **Morfologia**
- **Análise térmica**.
- **Fluorescência de raios X**

Resultados e Discussão

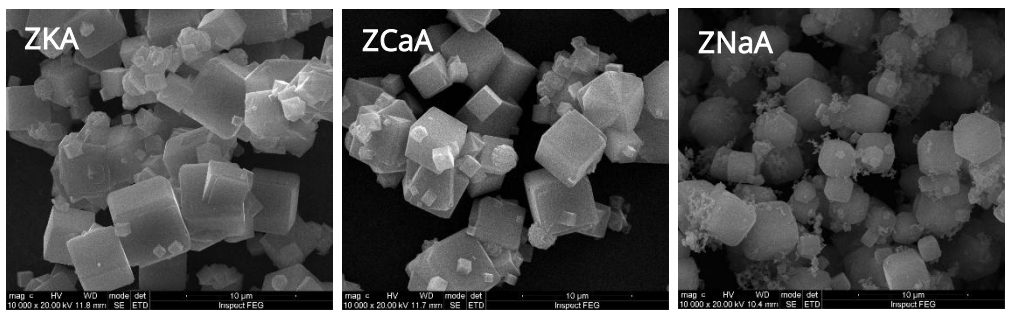
Tabela 1 – Composição Química (FRX) e teor de água (TGA)

	FRX						TGA
Zeólita	Si/Al	Na (%)	K (%)	Ca (%)	Efic. troca (%)	LOI (%)	H_2O (%)
NaA	1,07	**34,6**	0,6	0,15	-	16,4	21%
CaA	1,19	2,3	0,0	**23,7**	94	19,6	19%
KA	1,13	2,0	**35,2**	0,12	94	15,6	27%

Composição mineralógica (DRX)



Morfologia (MEV)



Os resultados confirmaram a formação e a estabilidade da zeólita LTA a partir da cinza de carvão.

- **Análise de FRX** ratificou a composição química ideal com razão molar silício/alumínio próxima a 1,0;, comprovando o sucesso da síntese.
- As **análises de DRX e MEV** demonstraram a preservação da cristalinidade e da morfologia cúbica padrão.
- O **comportamento térmico (TGA)** apresentou perda de massa semelhante entre as amostras, indicando que as pequenas variações decorrem apenas de diferenças no tamanho dos poros.

Dessa forma, o estudo valida a obtenção do material e a preservação de sua integridade estrutural.

Conclusão

A síntese da zeólita LTA a partir da cinza de carvão foi confirmada por FRX. A troca catiônica foi comprovada via cromatografia iônica pelo consumo de Ca^{2+} ou K^{+} e liberação de Na^{+}. Análises de DRX e MEV atestaram a preservação da cristalinidade e morfologia cúbica, enquanto o comportamento térmico manteve-se estável. O estudo valida a síntese e a troca iônica sem comprometer a estrutura zeolítica.

Referências

HAMMERSCHMITT, Marta Eliza. Escalonamento da síntese de zeólitas a partir de resíduos de carvão e da produção de alumínio. 2018.

TAHRAOUI, Zakaria et al. Influence of the Compensating Cation Nature on the Water Adsorption Properties of Zeolites. Molecules, v. 25, n. 4, p. 944, 20 fev. 2020.

LÜHRS, Hanna; DERR, Jewgenij; FISCHER, Reinhard X. K and Ca exchange behavior of zeolite A. Microporous and Mesoporous Materials, v. 151, p. 457–465, mar. 2012a.

Agradecimentos

Finep INOVAÇÃO E PESQUISA
Lq Amb PUCRS Escola Politécnica
PUCRS