Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

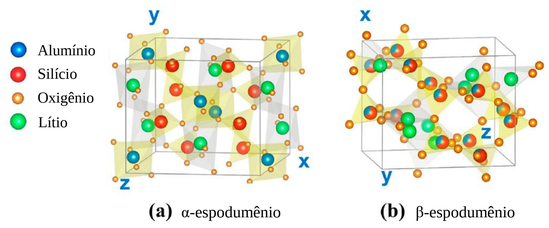
Caracterização e lixiviação orgânica de um concentrado de espodumênio

Zamengo, F.G.G. [1]; Tenório, J. A. S. [2]; .
[1]Bolsista do PRH 51/USP, Doutorado em Eng. Química, São Paulo – SP. E-mail: fernandazamengo@usp.br
[2]Docente do Programa de Pós-Graduação em Eng. Química da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP. E-mail: jtenorio@usp.br

Introdução

O lítio é um elemento crítico para a transição energética global e o avanço de tecnologias limpas, especialmente na cadeia de baterias, e corre riscos de abastecimento devido ao aumento da demanda. O espodumênio ($LiAlSi_2O_6$) é o principal mineral de lítio, sendo encontrado na natureza na forma α e sendo necessário a conversão à β.

$$2LiAlSi_2O_6(\beta) + 2H_2SO_4 \rightarrow H_2Al_2Si_4O_6(\beta) + Li_2SO_4$$



(a) α-espodumênio **(b)** β-espodumênio

(Nandihalli et al., 2024)

Objetivo: Caracterizar o concentrado de espodumênio recebido e avaliar a lixiviação orgânica para recuperação de lítio.

Material e Métodos

A análise mineralógica da amostra foi realizada por DRX, com a varredura sendo realizada de 15-80°, com step de 0,02° e velocidade de 2°/min. A análise morfológica foi realizada por MEV-EDS e a análise química foi realizada por ICP-OES, atráves da digestão multiácida em microondas da amostra.





- Ácidos avaliados: Acético, Cítrico, Málico, Tartárico e Oxálico
- Concentrações: 0,3; 0,5 e 1,0 mol/L
- Tempo: 1h
- Relação S/L: 1:10 (g/mL)
- Temperatura: 25ºC

Resultados e Discussão

Caracterização

A análise de DRX identificou as fases de α-espodumênio e quartzo, sendo corroborada pela análise de MEV-EDS, que identificou ambas partículas. A associação do espodumênio com outros pegmatitos, como o quartzo, é reportada na literatura (Liu et al. 2023).

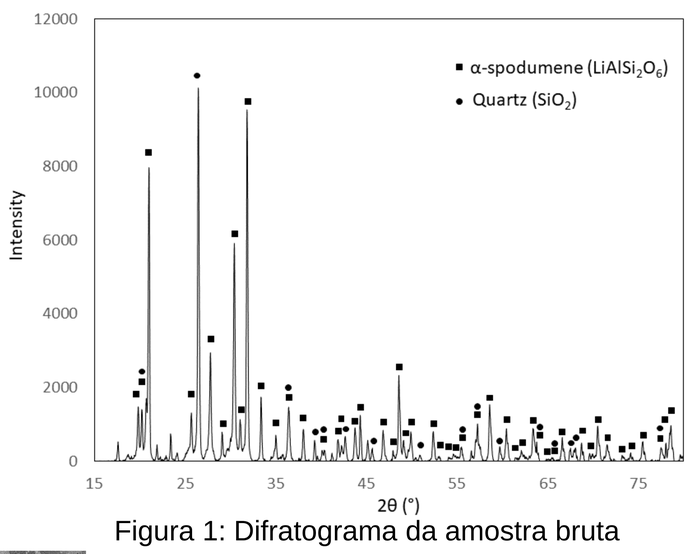
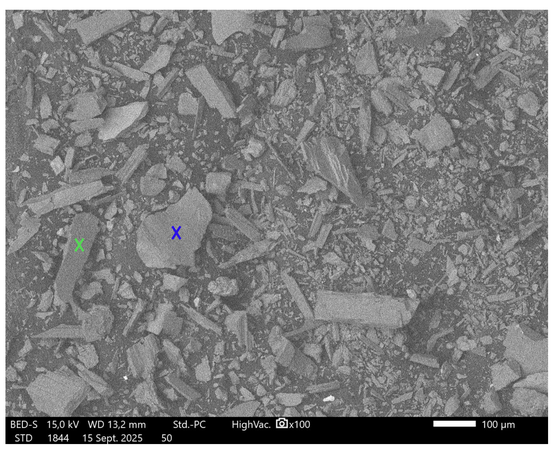


Figura 1: Difratograma da amostra bruta



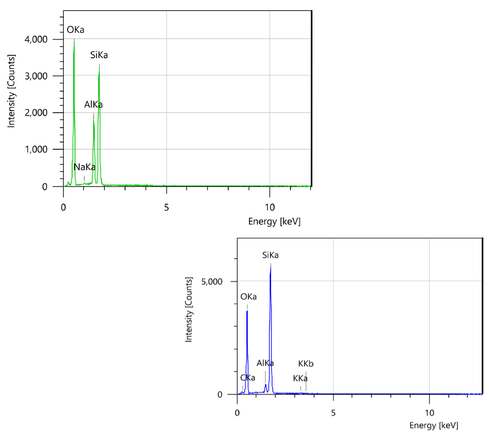


Figura 2: Imagem de elétrons retroespalhados obtida por MEV e espectro de EDS da amostra bruta

Elemento	Li	Al	Fe	K	Ca
Composição	3,1%	9,0%	0,8%	0,9%	0,2%

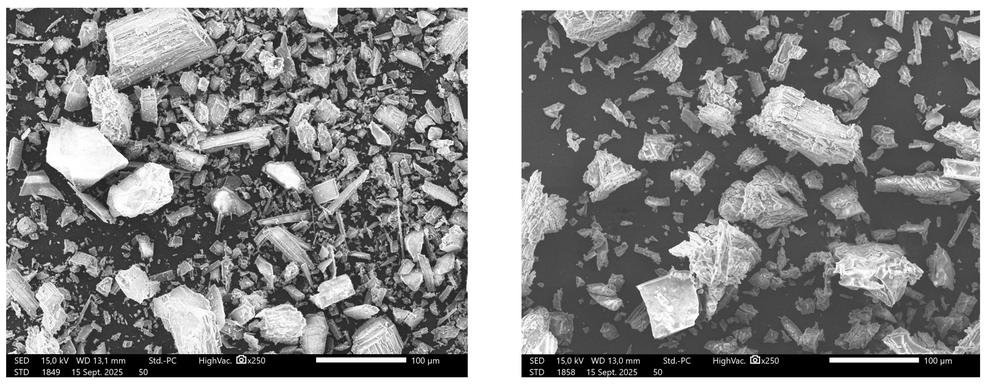


Figura 3: Imagem de elétrons secundários obtida por MEV da amostra bruta e calcinada

Foi possível observar a presença de rachaduras na amostra calcinada, demonstrando o aumento de volume que ocorre na conversão de α-espodumênio para β-espodumênio, onde a densidade é alterada de 3,2g/cm³ para 2,4g/cm³ (Nandihalli et al., 2024). Esse comportamento da amostra ao ser calcinada já foi observado por Zhang et al. (2024).

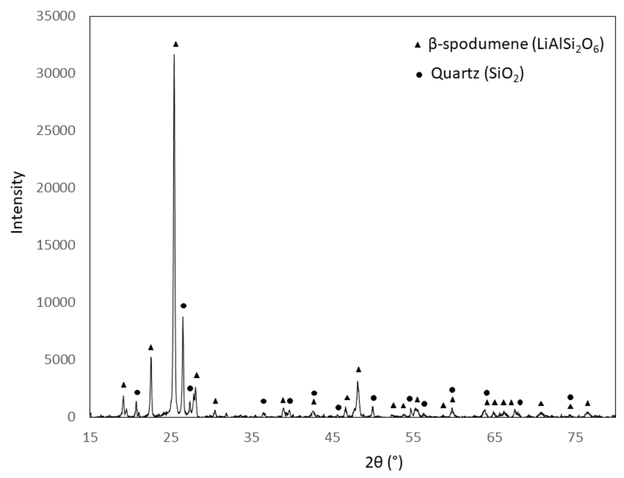
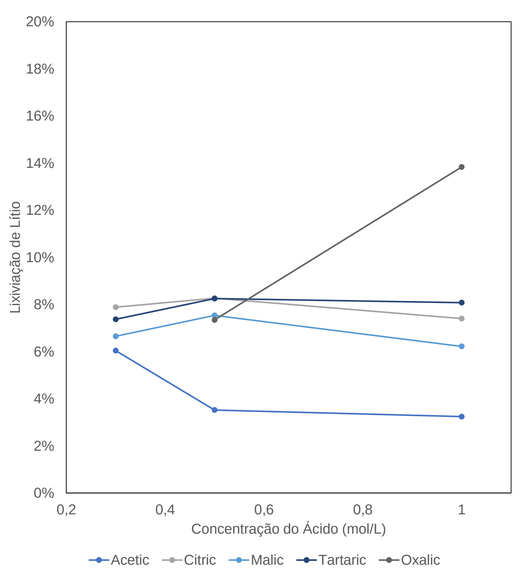


Figura 4: Difratograma da amostra calcinada

Lixiviação Orgânica



A lixiviação de lítio por ácidos orgânicos é avaliada na reciclagem de baterias de íons de lítio, com autores reportando mais de 98% de lixiviação de lítio utilizando os ácidos cítrico e oxálico (Li et al., 2010; Zeng et al., 2015). Já na lixiviação do espodumênio, o máximo alcançado foi uma lixiviação de 14% com ácido oxálico. Nas próximas etapas do projeto, serão avaliados os parâmetros de razão sólido-líquido, temperatura e tempo, para que a lixiviação do lítio seja otimizada.

Conclusão

A amostra de concentrado de espodumênio recebida apresenta uma composição correspondente ao reportado na literatura, possuindo as fases de espodumênio e quartzo e 3,1% de lítio. A lixiviação orgânica com ácido oxálico se provou promissora, sendo necessário avaliar os demais parâmetros.

Referências

Abdullah, A.A., Oskierski, H.C., Altarawneh, M., Senanayake, G., Lumpkin, G., Dlugogorski, B.Z., 2019. Phase transformation mechanism of spodumene during its calcination. Miner. Eng. 140. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.105883

Li, L., Ge, J., Wu, F., Chen, R., Chen, S., & Wu, B. (2010). Recovery of cobalt and lithium from spent lithium ion batteries using organic citric acid as leachant. Journal of Hazardous Materials, 176(1–3), 288–293. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.11.026

Liu, Y., Ma, B., Lü, Y., Wang, C., Chen, Y., 2023. A review of lithium extraction from natural resources. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials. https://doi.org/10.1007/s12613-022-2544-y

Nandihalli, N., Chouhan, R.K., Kuchi, R., Hlova, I.Z., 2024. Aspects of Spodumene Lithium Extraction Techniques. Sustainability (Switzerland). https://doi.org/10.3390/su16198513

Volpi, M., Pirola, C., Rota, G., Nóbrega, J.A., Carnaroglio, D., 2022. Microwave-assisted sample preparation of α-spodumene: A simple procedure for analysis of a complex sample. Miner. Eng. 187. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107820

Zeng, X., Li, J., & Shen, B. (2015). Novel approach to recover cobalt and lithium from spent lithium-ion battery using oxalic acid. Journal of Hazardous Materials, 295(2015), 112–118. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.02.064

Zhang, H., Han, Y., Lai, J., Wolf, J., Lei, Z., Yang, Y., Shi, F., 2024. Direct extraction of lithium from ores by electrochemical leaching. Nat. Commun. 15. https://doi.org/10.1038/s41467-024-48867-0