

# Determinação de lítio em rochas metamórficas por técnicas espectrométricas baseadas em análise direta de sólidos

Ian Cardoso<sup>1\*</sup> (PG), Dennis S. Ferreira<sup>2</sup> (PG), Vinicius C. Costa<sup>1</sup> (PQ), Marcos A. Ribeiro<sup>1</sup> (PQ), Geisamanda P. Brandão<sup>1</sup> (PQ), Maria T. W. D. Carneiro<sup>1</sup> (PQ)

E-mail: [ian246.cardoso@gmail.com](mailto:ian246.cardoso@gmail.com)

1: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Departamento de Química, Laboratório de Espectrometria Atômica (LEA-LabPetro), Vitória, ES, Brasil, 29075-910.

2: Grupo de Análise Instrumental Aplicada, Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 13565-905, Estado de São Paulo, Brasil.

Palavras-Chave: Lítio, rochas, análise direta de sólidos, LIBS, XRF, XRD.

## Introdução

O lítio é considerado um Elemento Tecnicamente Crítico (ETC), explorado mundialmente, devido sua ampla aplicação em produtos de alta tecnologia<sup>1</sup>. Na natureza, ocorre incorporado à estrutura cristalina presente em minerais e rochas, cujas matrizes apresentam composição elementar variada e complexidade físico-química. A espectrometria atômica é amplamente empregada em análises geoquímicas, destacando-se as técnicas de *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (LA-ICP-MS), *Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma* (ICP-OES), *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS), *X-Ray Fluorescence* (XRF) e *X-Ray Diffraction* (XRD). Entre estas técnicas, o sistema de introdução do ICP-OES exige que a amostra esteja na forma de solução, demandando de procedimentos de preparo. Entre os procedimentos, a decomposição ácida é a mais utilizada, entretanto, apresenta desvantagens como tempo elevado de preparo, riscos químicos e possibilidade de decomposição incompleta. Nesse contexto, a determinação direta de lítio, utilizando técnicas que não necessitem de um preparo de amostras extenso, apresenta interesse analítico. Desta forma, este trabalho visou determinar o teor de lítio em rochas metamórficas porosas, empregando XRF, XRD e LIBS. As amostras foram cominuídas em gral de ágata e pastilhadas com celulose microcristalina e ácido bórico para LIBS e XRF, respectivamente <sup>2,3</sup>.

## Resultados e Discussão

A análise por XRF indicou maior abundância relativa de Si, Al, K e Fe. Embora essa técnica apresente baixa sensibilidade para elementos leves, como o lítio, seu uso foi essencial para fornecer uma visão geral da composição elementar das amostras. Esses dados subsidiaram a análise por XRD, permitindo a seleção de padrões cristalográficos compatíveis com os elementos identificados e reduzindo ambiguidades na indexação dos picos. Assim, a análise por XRD revelou como fases predominantes a mica, o quartzo e os feldspatos, minerais coerentes com a composição elementar detectada por XRF <sup>2</sup>. Adicionalmente, foi possível identificar, em menor proporção, a fase de zabuelita ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ), corroborando a presença do analito. Ademais, a quantificação por LIBS indicou um teor médio de lítio de  $3,17 \pm 0,16\%$  m m<sup>-1</sup> nas amostras.

## Conclusões

Apesar da viabilidade proporcionada pela análise de sólidos, observam-se limitações quanto à calibração, efeitos de matriz e heterogeneidade física, impactando diretamente na exatidão. Nesse sentido, torna-se relevante a realização de estudos complementares, utilizando técnicas baseadas na nebulização das amostras, visando alcançar maior precisão e exatidão na determinação de lítio em amostras de rocha<sup>2</sup>.

## Agradecimentos

À UFES, CNPQ, FAPES e CAPES por toda estrutura e fomento prestados. Ao LabPetro, LEA e LDX-LabPetro, Labcoffee e UFScar/GAIA pelas análises.

<sup>1</sup>T.; NANSI, K.; NAKAJIMA, K. Review of critical metal dynamics to 2050 for 48 elements. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 155, p. 104669, 2020.

<sup>2</sup>BALARAM, V. Advances in analytical techniques and applications in exploration, mining, extraction, and metallurgical studies of rare earth elements. *Minerals*, v. 13, p. 1031, 2023.

<sup>3</sup>ZHANG, S. Study on economic significance of rare earth mineral resources development based on goal programming and few-shot learning. *Computational Intelligence and Neuroscience*, v. 2022, p. 1–9, 2022. Curtis, M. D.; Shiu, K.; Butler, W. M. e Huffmann, J. C. *J. Am. Chem. Soc.* 108, 3335, 1986.