

CARACTERIZAÇÃO DOS CARBONATOS CARREADORES DE ELEMENTOS TERRAS RARAS DO COMPLEXO CARBONATÍTICO CATALÃO I

CHARACTERIZATION OF THE RARE EARTH ELEMENTS-BEARING CARBONATES FROM THE CATALÃO I CARBONATITIC COMPLEX

Teresa Mourão Cerqueira e Silva

Aluna de Graduação da Geologia 5º período, UFRJ

Período PIBIC: abril de 2019 a julho de 2019

teresamouraoo@gmail.com

Reiner Neumann

Orientador, geólogo, D.Sc.

rneumann@cetem.gov.br

Gabriela Pereira Silva

Orientadora, geóloga, B.Sc.

gabi_pereira_silva@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do trabalho é a identificação e caracterização mineral dos carbonatos carreadores de elementos terras raras (ETR) do carbonatito não-alterado do complexo carbonatítico Catalão I. Uma amostra inicial, blendada de testemunhos de furos de sondagem, foi tratada por Silva (2019) até se obter as seções polidas que foram utilizadas neste estudo. Os carbonatos carreadores de ETR foram analisados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) acoplado a um sistema de microanálise química por dispersão de energia (EDS). A composição química dos carbonatos estudados é Sr, Ba, Ca, Na, K e ETR, além de C e O. Apenas elementos terras raras leves (Ce, La, Nd e Pr) foram encontrados nas análises. Tais carbonatos ocorrem como inclusões hospedadas em dolomita e magnesita, e apresentam zonamento composicional, onde, em geral, a borda tem maiores concentrações de ETR. A partir da composição elementar e da estequiometria, burbankita e carbocernaite são os carbonatos carreadores de ETR mais prováveis, encontrados sempre como finas inclusões, de poucos μm , na matriz carbonática.

Palavras chave: elementos terras raras, Catalão I, mineralogia, carbonatito.

ABSTRACT

The main objective of the present work is the identification and mineralogical characterization of the rare earth elements (REE)-bearing carbonates from the Catalão I carbonatitic complex fresh rock. A composite sample, which was assembled from drill cores, was processed by Silva (2019), and her polished sections were analysed for this work. The REE-bearing carbonates were assayed by scanning electron microscope (SEM) coupled to an energy dispersive spectrometer (EDS). The chemical composition of this carbonates is Sr, Ba, Ca, Na, K and REE, as well as C and O. Only light rare earth elements (LREE), such as Ce, La, Nd and Pr, were detected in the analyses. The REE-bearing carbonates are inclusions hosted in dolomite and magnesite, frequently showing compositional zoning with higher REE grades on the borders. From elemental composition and stoichiometry burbankite and carbocernaite are the probable minerals. They are always found as μm -sized inclusions in the carbonate matrix.

Keywords: rare earth elements, Catalão I, carbonatite.

1. INTRODUÇÃO

O grupo dos elementos terras raras (ETR) é formado pelos 15 metais da série dos lantanóides mais o Y e o Sc e pode ser subdividido em: elementos terras raras leves (ETRL – La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu) e elementos terras raras pesados (ETRP – Y, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb e Lu) (IUPAC 2005). Os ETR são fundamentais para a fabricação de itens de alta tecnologia, cada vez mais utilizados no estilo de vida moderno (Weng et al. 2015).

A amostra analisada no presente trabalho é proveniente do complexo alcalino-carbonatítico de Catalão I, que se localiza no limite entre os municípios de Catalão e do Ouvidor, na região sudeste do estado de Goiás. Catalão I corresponde a um dos complexos carbonatíticos da Província Ígnea do Alto Parnaíba (PIAP) e apresenta depósitos de fosfato, vermiculita, titânio (Ti), nióbio (Nb), bário (Ba) e ETR (Ribeiro et al. 2014).

A caracterização mineralógica do carbonatito de Catalão I com foco nos carreadores de ETR, foi realizada por Silva (2019). No entanto, apesar de um carbonato de ETR ter sido observado pela autora, este mineral não foi totalmente identificado e caracterizado. Como Catalão apresenta um dos maiores potenciais brasileiros para ETR (DNPM, 2016), é importante que todos os carreadores dos elementos sejam devidamente descritos, como subsídio ao desenvolvimento de rotas de processamento para a sua recuperação em escala industrial.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é identificar e caracterizar os carbonatos carreadores de elementos terras raras do complexo carbonatítico Catalão I.

3. METODOLOGIA

A amostra de carbonatito utilizada neste trabalho foi tratada por Silva (2019). As etapas de preparação descritas pela autora consistiram na britagem abaixo de 5 mm, homogeneização e quartejamento de uma amostra de carbonatito obtida em furos de sondagem, seguida de classificação granulométrica a úmido com peneiras de abertura de 1000, 850, 600, 420, 300, 212, 150, 106, 75, 53 e 38 μm . As alíquotas das frações granulométricas de 1000 a 38 μm foram embutidas em resina epóxi para confecção de seções polidas que, após o desbaste e polimento (usando-se exclusivamente diamante), foram recobertas por carbono. O presente estudo foi realizado com estas seções polidas.

As análises dos carbonatos carreadores de ETR foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) FEI Quanta 400 acoplado a um sistema de microanálise química por dispersão de energia (EDS) Bruker Quantax 800, com detectores tipo SSD XFlash 5010 ou 6160. As condições de análise foram alto vácuo e tensão de aceleração de elétrons de 15 e 20 keV com spot size 5,0. Ao início de cada sessão analítica foi executada a calibração espectral do sistema, com cobre 99.95%. As análises usaram a rotina sem padrão (standardless) com correções por PB-ZAF (Pouchou & Pichoir 1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os carbonatos carreadores de ETR são compostos essencialmente por Sr, Ba, Ca, Na, K e ETR, além de C e O, e ocorrem como inclusões de 3 μm a 110 μm hospedadas em dolomita. Foram identificados apenas os elementos terras raras leves Ce, La, Nd e Pr, com teores médio em porcentagem de massa 5,29, 3,17, 43 e 0,51% (massa), respectivamente.

As inclusões analisadas apresentam zonamento composicional (Figura 1), condicionado pela variação nos teores de ETR, Sr e Ca. As regiões mais escuras das inclusões (na imagem de elétrons retroespalhados) apresentam, em média, teores 35% mais elevados de Sr e 7% de Ca, enquanto as regiões mais claras apresentam teores de ETR, em média, 5% mais elevados (Tabela 1). É comum as regiões claras estarem associadas à borda do mineral e as regiões escuras ao núcleo. O total analítico das análises não corresponde a valores próximos a 100 porque o carbono não foi medido, já que as amostras são recobertas com o elemento.

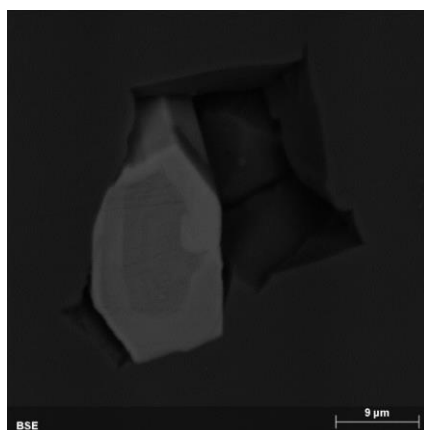


Figura 1: Imagem de elétrons retroespalhados (BSE) de zonamento composicional observado no carbonato de ETR.

Tabela 1: Comparação entre as regiões claras e escuras nos carbonatos carreadores de ETR (% massa).

	Clara 1	Clara 2	Clara 3	Clara 4	Clara 5	Clara 6	Clara 7	Clara 8
O	13,5	16,4	14,2	15,3	14,2	24,8	15,6	14,2
Na	1,6	5,7	5,4	3,4	2,8	4,5	2,8	2,9
Mg	0,0	2,3	0,1	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0,7	1,3	0,6	0,8	0,7	0,5	0,9	0,3
Ca	9,1	9,3	6,0	10,1	6,4	6,9	9,4	7,1
Fe	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	48,1	21,9	30,9	19,7	31,3	33,4	36,7	38,3
Ba	4,4	6,3	5,1	7,4	7,1	4,8	5,5	7,0
Ce	6,8	13,0	10,9	9,3	13,4	6,6	9,5	8,0
Nd	1,9	2,1	2,2	1,4	3,0	1,2	1,3	2,4
La	3,5	8,4	6,4	6,6	6,1	4,7	8,2	3,6
Pr	0,6	0,7	0,8	0,5	1,0	0,3	0,4	0,8
Total	90,2	87,3	82,6	78,1	86,0	87,7	90,4	84,5
ΣETR	12,8	24,2	20,3	17,7	23,5	12,9	19,4	14,8
	Escura 1	Escura 2	Escura 3	Escura 4	Escura 5	Escura 6	Escura 7	Escura 8
O	13,4	23,4	42,1	14,5	20,5	14,2	15,1	16,9
Na	3,6	4,6	5,8	4,0	4,6	3,0	3,2	3,2
Mg	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
K	0,2	0,4	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4
Ca	9,8	6,7	12,7	9,9	8,8	7,3	11,5	14,9
Fe	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sr	42,2	36,1	21,4	40,8	37,5	38,0	47,3	47,0
Ba	1,5	4,8	1,9	4,1	4,1	6,4	3,5	7,2
Ce	0,9	6,3	2,7	3,2	4,2	7,8	1,2	1,1
Nd	0,0	1,6	0,0	1,2	1,1	2,0	0,0	0,0
La	0,0	3,0	1,1	1,4	2,5	4,0	0,5	0,6
Pr	0,0	0,6	0,0	0,3	0,3	0,6	0,0	0,0
Total	72,3	87,5	87,8	79,9	84,0	83,7	82,7	91,3
ΣETR	0,9	11,6	3,8	6,2	8,1	14,5	1,7	1,7

Os dados químicos obtidos em cada aquisição foram convertidos para relação atômica e normalizados para os carbonos correspondentes, burbankita (base 5 carbonatos) e carbocernaita (base 2 carbonatos), a fim de se traçar uma comparação estequiométrica. A soma das relações atômicas nos sítios (Ca, Na) e (Sr, Ba, ETR) foram plotadas em um diagrama de dispersão (Figura 2) para verificar se eles estão relacionados, uma vez que obedecem à mesma proporção estequiométrica (tanto para burbankita quanto para carbocernaita).

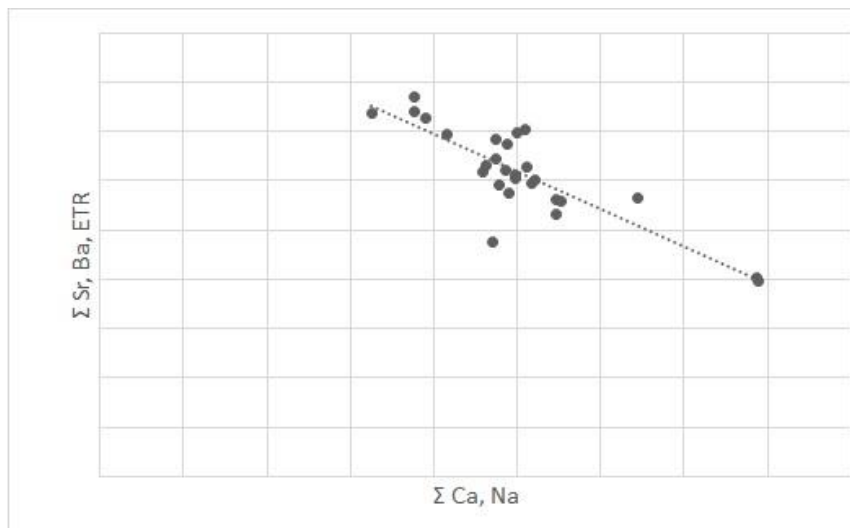


Figura 2: Diagrama de dispersão entre os sítios (Ca, Na) e (Sr, Ba, ETR).

5. CONCLUSÕES

Os carreadores de ETR nas amostras estudadas são carbonatos, e flúor não foi detectado nas amostras. A possibilidade de o cálcio ser proveniente de qualquer influência do mineral hospedeiro foi descartada pois as maiores concentrações do elemento ocorrem no núcleo do carbonato de ETR. A partir da sua composição química e relação estequiométrica entre os elementos, é provável que os carbonatos sejam burbankita e carbocernaita. Análises adicionais em microsonda Raman, e, se inclusões maiores forem encontradas, por difração de raios X, deverão confirmar a identificação mineralógica.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica, e aos meus orientadores Reiner Neumann e Gabriela Pereira Silva por tamanha dedicação e paciência ao me ensinar. Agradeço ainda ao CETEM pela oportunidade e a toda equipe do laboratório pela recepção e suporte durante meu período PIBIC.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNPM, 2016. Sumário Mineral 2016. Departamento Nacional da Produção Mineral. <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2016>.

IUPAC recommendations 2005: Cambridge, UK, International Union of Pure and Applied Chemistry. 2005.

POUCHOU, J.L.; PICOIR, F., 1991. Quantitative analysis of homogeneous or stratified microvolumes applying the model "PAP". In: Heinrich, K.F.J., Newbury, D.E. (Eds.), Electron Probe Quantitation. Plenum Press, New York, pp. 31-75.

RIBEIRO, C.C.; BROD, J.A.; JUNQUEIRA-BROD, T.C.; GASPAR, J.C.; PALMIERI, M.; CORDEIRO, P.F.O.; TORRES, M.G.; GRASSO, C.B.; BARBOSA, E.S.R.; BARBOSA, P.A. R.; FERRARI, A.J.D.; GOMIDE, C.S. Potencial e controles metalogenéticos de ETR, Ti e Nb em províncias alcalino-carbonatíticas brasileiras. In: SILVA, M.G.; ROCHA NETO, M.B.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (Eds). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras. 1 ed. Belo Horizonte, MG, Brasil: CPRM, 2014, p. 559-589.

SILVA, Gabriela Pereira. **Caracterização mineralógica do minério carbonatítico de elementos terras raras de Catalão I**. 2019. Trabalho de conclusão de curso – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Brasil).

WENG, Z.; JOWITT, S.M.; MUDD, G.M.; HAQUE, N. A detailed assessment of global rare earth element resources: opportunities and challenges. **Economic Geology**, v.110, n.8, p.1925-1952, 2015.