

# MINERALOGIA DO PEGMATITO DO VOLTA GRANDE, REGIÃO DE NAZARENO, MINAS GERAIS: RESULTADOS PRELIMINARES E INCLUSÕES MINERAIS EM MINERAIS PESADOS

**Larissa de Santana do Nascimento**

Aluna de Graduação de Geologia, 5º período, UFRJ  
Bolsista de projeto/CNPq de outubro de 2014 a julho de 2015  
[larissadesantan@csus.edu](mailto:larissadesantan@csus.edu)

**Reiner Neumann**

Orientador, geólogo, D.Sc.  
[rneumann@cetem.gov.br](mailto:rneumann@cetem.gov.br)

**Ciro Alexandre Ávila**

Orientador, geólogo, D.Sc.  
[avila@mn.ufrj.br](mailto:avila@mn.ufrj.br)

## Abstract

The pegmatite province of São João Del Rei described by Francesconi (1972) occupies an area of around 1400 km<sup>2</sup> (70 km of length and 20 km of width) and encompasses the counties of Nazareno, São Tiago, Cassiterita, São João del Rei, Ritópolis and Coronel Xavier Chaves, in southern Minas Gerais State. The main mined pegmatite bodies with microlite, cassiterite and tantalite are concentrated in Nazareno area and comprise the Volta Grande pegmatite cluster (bodies A, B, C, D, E, F). Here we study a heavy mineral's concentrate from Volta Grande Mine processing plant, aiming at the identification of its mineralogical assembly and the characterization of the rare earth elements carriers, in order to subsidize future plant modifications to accommodate rare earth minerals recovery as a by-product. The +150 µm fraction of the sample's concentrate has been concentrated by means of heavy liquids, followed by ferromagnetic phase's removal and magnetic separation in the Frantz separator, spawning the subproducts attracted at 0.1, 0.3, 0.5, 0.8, 1.0 and 1.8 A, as well as the not attracted product. Each product of magnetic separation was investigated under stereomicroscope, Raman microspectrometry and SEM-EDX. The preliminary mineralogy comprises magnetite, quartz, pyrite, ilmenite, clinozoisite, garnet, Fe and Mn oxides/hydroxides, siderite, amphibole, actinolite, diopside, tantalite, spodumene, microlite, gahnite, zircon, rutile, titanite, cassiterite, apatite, sphalerite, epidote and thorite. Rare earth elements could only be detected as small monazite inclusions (light rare earth elements phosphate) in pyrite and siderite, both from the magnetic at 0.3 A product.

**Keywords:** pegmatite, Volta Grande, heavy minerals, rare earth elements.

## Resumo

A Província Pegmatítica de São João Del Rei segundo Francesconi (1972) ocupa uma área de cerca de 1400 km<sup>2</sup> (70 km de comprimento por 20 km de largura) e abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Cassiterita, São João del Rei, Ritópolis e Coronel Xavier Chaves, na porção sul do Estado de Minas Gerais. Os principais corpos explorados com microlita, cassiterita e tantalita concentram-se na área de Nazareno e foram denominados de enxame de pegmatitos do Volta Grande (corpos A, B, C, D, E,

F). O presente trabalho objetivou estudar um concentrado de minerais pesados oriundo da planta de concentração da Mina do Volta Grande, visando identificar a sua assembleia mineralógica e a caracterização daqueles que são os carreadores dos elementos terras raras, com o intuito de fornecer subsídio técnico a uma possível recuperação dos ETR como subproduto, no futuro. A mineralogia do pegmatito foi detalhada na fração +150  $\mu\text{m}$ , como recebida da mineração. Inicialmente os minerais leves e os ferromagnéticos foram removidos com líquido denso e imã de ferrita, respectivamente, seguida da separação magnética no separador Frantz, gerando-se os subprodutos atraídos a 0,1, 0,3, 0,5, 0,8, 1,0 e 1,8 A, e não atraível. Todos os produtos foram descritos em lupa binocular e analisados por espectroscopia Raman e MEV-EDS. A mineralogia preliminar encontrada é composta de magnetita, quartzo, piritita, ilmenita, clinzoisita, granada, óxidos/hidróxidos de Fe e Mn, siderita, anfibólio, actinolita, diopsídio, tantalita, espodumênio, microlita, gahnita, zircão, rutilo, titanita, cassiterita, apatita, esfalerita, epidoto, plagioclásio e torita. Elementos terras raras (ETR) apareceram apenas na forma de inclusões sólidas de monazita (fosfato de ETR) presentes em piritita e siderita, ambas da fração 0,3 A.

**Palavras chave:** pegmatito, Volta Grande, minerais pesados, elementos terras raras.

## 1. INTRODUÇÃO

A Província Pegmatítica de São João Del Rei segundo Francesconi (1972) ocupa uma área de cerca de 1400 km<sup>2</sup> (70 km de comprimento por 20 km de largura) e abrange os municípios de Nazareno, São Tiago, Cassiterita, São João del Rei, Ritópolis e Coronel Xavier Chaves, na porção sul do Estado de Minas Gerais. Os principais corpos de exploração de minerais pesados da Província Pegmatítica de São João Del Rei de acordo com Francesconi (1972) encontram-se na área de Nazareno, sendo estes os corpos A, B, C, D, E e F, que fazem parte do conhecido enxame de pegmatitos do Volta Grande. Estes formam grandes massas lenticulares, predominantemente sub-horizontais, ricas em espodumênio e, secundariamente, em lepidolita, com teores anômalos de Cs e Rb. Os principais minerais de interesse econômico das minerações são cassiterita, columbita-tantalita e microlita, entretanto sabe-se que minerais de elementos terras raras também podem ser encontrados nesses corpos. Portanto a caracterização e descrição dos minerais presentes em um concentrado proveniente da Mina do Volta Grande e o conhecimento de sua ocorrência auxiliariam na geração de um concentrado desses minerais como subprodutos do processamento existente.

Este trabalho integra o projeto “Caracterização tecnológica dos minérios e rejeitos dos pegmatitos da Mina do Volta Grande em São João del Rei, Minas Gerais, visando recuperação de minerais de terras raras como subprodutos” (edital MCTI/CNPq/CT-Mineral 76/2013).

## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo identificar a mineralogia do pegmatito do Volta Grande, na região de Nazareno, com ênfase nos minerais carreadores de elementos terras raras (ETR) em amostras dos corpos explorados da Mina de Volta Grande, como subsídio à sua recuperação como subproduto.

## 3. METODOLOGIA

As frações da amostra de concentrado, de 155 g, foram recebidas da mineração já classificadas em 150, 106 e 53  $\mu\text{m}$  e separadas em produtos leves e pesados utilizando-se iodeto de metileno ( $d= 3,32 \text{ kg/L}$ ). Dos pesados foram retirados os minerais magnéticos com imã de mão de ferrita, e posteriormente processados no separador eletromagnético Frantz, gerando os subprodutos atraídos a 0,1, 0,3, 0,5, 0,8, 1,0 e 1,8 A, e não atraível (NEUMANN *et al.* 2004). Ao fim de cada uma dessas etapas foi realizada a pesagem dos grãos, visando obter a massa total dos produtos (leves e pesados).

Todos os produtos das frações 0,3, 0,5, 0,8, 1,0 e 1,8 A, e não atraível da amostra classificada em 150 µm, de massa 84,91 g, foram descritos em microscópio estereoscópico e analisados por espectroscopia Raman para determinação de suas características mineralógicas. Durante o estudo por estereomicroscópio, foram separados entre 10 e 15 grãos dos principais minerais encontrados para a confecção de briquetes polidos voltados para o estudo da composição química e das suas inclusões minerais, através de microscopia eletrônica de varredura com espectroscopia por energia dispersiva (MEV-EDS).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Microscópio estereoscópico e espectroscopia Raman

A partir das descrições feitas com o auxílio de microscópio estereoscópico e das análises por espectroscopia Raman, caracterizou-se a mineralogia preliminar das frações 0,3, 0,5, 0,8, 1,0 e 1,8 A, e não atraível obtidas pelo separador eletromagnético Frantz (Tabela 1), a qual está de acordo com Francesconi (1972), exceto pela presença de carbonatos (siderita).

**Tabela 1:** Mineralogia preliminar da amostra de concentrado classificado em 150 µm.

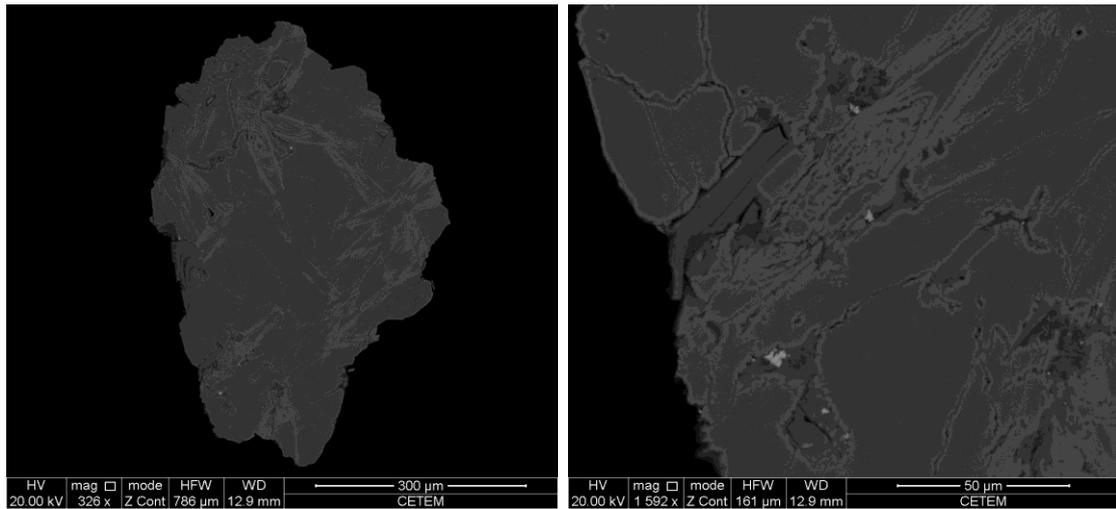
Fração	Mineralogia	Massa total
0,3 A	Granada, siderita, pirita, óxidos/hidróxidos (Fe e Mn), ilmenita, anfibólio, microlita, clinozoisita, epidoto (Tr), cassiterita (Tr), plagioclásio (Tr) e tantalita (Tr).	9,8553 g
0,5 A	Granada, siderita, tantalita, pirita, ilmenita, óxidos/hidróxidos (Fe e Mn), anfibólio, diopsídio, microlita, clinozoisita e epidoto (Tr).	25,7219 g
0,8 A	Espodumênio, tantalita, clinozoisita, diopsídio, pirita, actinolita, titanita, microlita e epidoto (Tr).	16,0447 g
1,0 A	Tantalita, gahnita, sulfetos, microlita, zircão, anfibólio e epidoto (Tr).	1,1706 g
1,8 A	Zircão, microlita, cassiterita, rutilo e pirita.	2,9409 g
Não atraível	Zircão, microlita e apatita (Tr).	14,4301 g

### 4.2 MEV-EDS

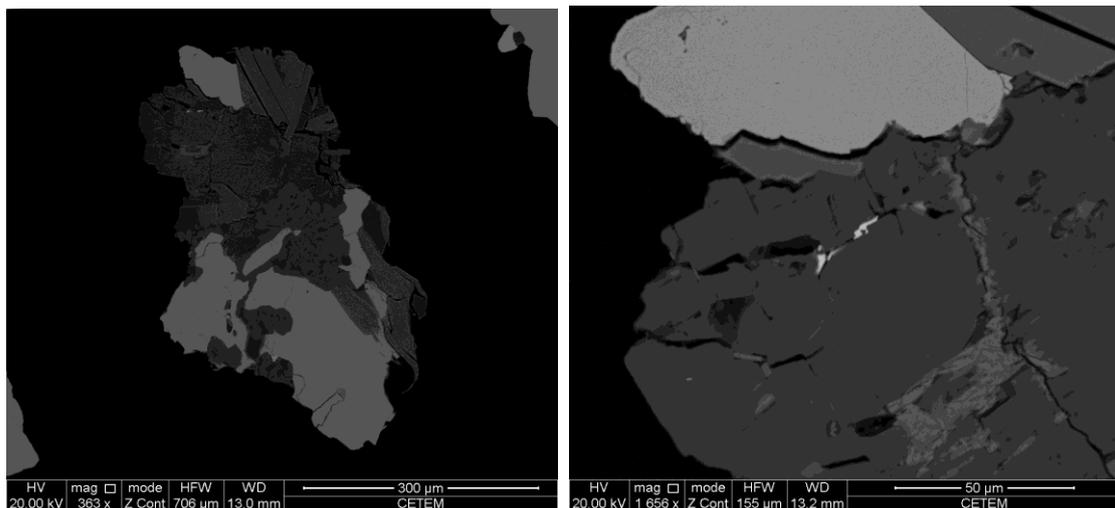
O MEV-EDS gerou os dados de composição química e detalhes sobre as inclusões sólidas dos minerais, e entre outros foram analisados a siderita (Tabela 2; Figuras 1 A-B), ilmenita (Tabela 2) e pirita (Tabela 2; Figuras 2 A-B) da fração 0,3 A e o zircão (Tabela 2; Figura 3) da fração não atraível. Pequenas inclusões de monazita foram encontradas tanto em siderita, quanto em pirita (Figuras 1 e 2, respectivamente).

**Tabela 2:** Inclusões sólidas presentes nos minerais analisados por MEV-EDS.

Mineral	Fração	Inclusões sólidas
Pirita	0,3 A	Plagioclásio e <b>monazita</b> .
Siderita	0,3 A	Pirita, anfibólio, plagioclásio, quartzo, ilmenita e <b>monazita</b> .
Ilmenita	0,3 A	Titanita, anfibólio, esfalerita, plagioclásio, anfibólio, zircão, quartzo e pirita.
Zircão	Não atraível	Microlita, plagioclásio, torita e apatita.

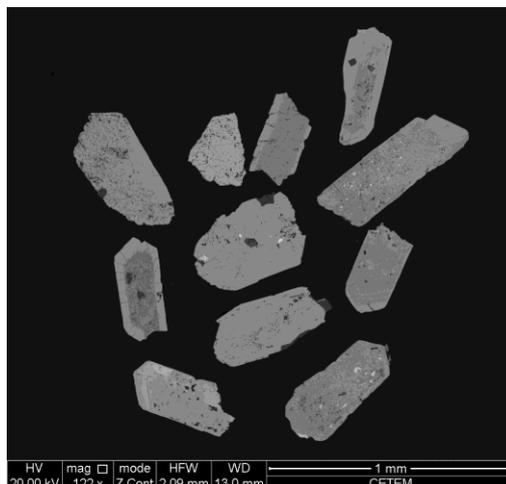


**Figura 1:** Grão de siderita 0,3 A em MEV-EDS. **A** – Visão do grão; **B** – Detalhe de inclusões de monazita (mais claras) nas partes alteradas do carbonato.



**Figura 2:** Análise da pirita 0,3 A em MEV-EDS. **A** – Visão do grão em detalhe; **B** – Detalhe de inclusões de monazita (brancas) em pirita.

Além disso, o zircão hafnífero presente na fração não atraível apresentou zonas muito enriquecidas em háfnio, mais claras nas imagens, além de inclusões de microlita (claras) e torita (branca), corroborando descrição de (PEREIRA *et al.* 2007).



**Figura 3:** Visão geral dos grãos de zircão da fração não atraível vistos em MEV-EDS.

## 5. CONCLUSÕES

Todos os produtos das frações foram descritos em lupa e analisados por espectroscopia Raman, MEV/EDS e DRX, tendo sido encontrados preliminarmente magnetita, quartzo, pirita, ilmenita, clinzoisita, granada, óxidos/hidróxidos de Fe e Mn, siderita, anfibólio, actinolita, diopsídio, tantalita, espodumênio, microlita, gahnita, zircão, rutilo, titanita, cassiterita, apatita, esfalerita, epidoto, plagioclásio e torita. Os resultados de todas as análises evidenciam que a amostra de concentrado recebido não apresentou minerais de elementos terras raras (ETR) como constituintes principais. Entretanto, até o presente momento, esses elementos foram encontrados em inclusões sólidas de monazita (fosfato de ETR) presentes em pirita e siderita atraídas no separador eletromagnético Frantz a 0,3 A.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida. Pelo conhecimento compartilhado e pela gentileza agradeço aos outros bolsistas e técnicos do Setor de Caracterização Tecnológica (SCT). Por todo aprendizado e paciência agradeço ao meu orientador e ao professor Ciro Alexandre Ávila.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCESCONI, R. **Pegmatitos da Região de São João del Rei – MG**. São Paulo. 1972. 101p. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

NEUMANN, R.; SCHNEIDER, C.L.; ALCOVER-NETO, A. Caracterização Tecnológica de Minérios. In: LUZ, A.B. et al. (Eds). **Tratamento de Minérios**. 4 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2004, p.55-106.

PEREIRA, R.M.; ÁVILA, C.A.; NEUMANN, R. Ocorrências de zircão hafnífero no sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, n. 2, p.215-223, 2007.