

## POTENCIAL METALOGENÉTICO DE MAGNETITA MONZOGRANITOS DO BATÓLITO PELOTAS: 3. CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

MOYZÉS SÁVIO GOMES DE FARIAS<sup>1</sup>; LUCAS DOS SANTOS ROCHA<sup>2</sup>;  
RODRIGO ANTONIO DE FREITAS RODRIGUES<sup>3</sup>; LUIZ HENRIQUE RONCHI<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – moyzessaviog@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas – lsrochad@gmail.com*

<sup>3</sup>*Universidade Federal de Pelotas – rodrigo.rock.geological@gmail.com*

<sup>4</sup>*Universidade Federal de Pelotas - lronchi@hotmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de depósitos calcófilos estão espacial, temporal e geneticamente relacionados a vários tipos de granitóides (Eugster, 1985; Sillitoe, 1996). Grande parte dos depósitos de Mo, Sn, and W e muitos depósitos de metais raros (Ta, Nb, Li, Be, Zr, Ga, REE) e mais de 60% dos recursos de Cu, aproximadamente 10% do Fe, Au, Zn, Pb, Ag e U assim como outros metais (Bi, Cd, Sb, Te, Re, In, Sc) estão associados com granitóides (Sillitoe, 1996). Os granitóides podem ser divididos em vários tipos de acordo com sua assembleia mineral, características de campo e petrográficas e seus padrões geoquímicos e isotópicos. São comumente classificados em granitóides do Tipo-I, -S, -M e A (Chappell & White, 1974; White and Chappell, 1983).

No estudo de rochas graníticas os minerais opacos são em geral ignorados, contudo, são importantes tanto para a compreensão de aspectos petrogenéticos quanto para gênese de depósitos (Ishihara, 1977). O estudo de minerais opacos também tem sido um excelente indicador do estado de oxidação de magmas graníticos sendo a magnetita e ilmenita (minerais de Fe e Ti) comuns em rochas graníticas, ocorrendo em geral como fases acessórias. Dessa forma, Ishihara (1975) classificou os granitóides como pertencentes a série magnetita ou ilmenita, dependendo da ocorrência desses minerais. A ocorrência de magnetita em proporções entre 0,1-2 vol. % já é suficiente para o enquadramento do granitoide como pertencente a série da magnetita (Ishihara, 1977).

A formação da magnetita e da ilmenita segundo Chappell & White (2001) pode estar associado a diversas características magmáticas, sendo a fugacidade de oxigênio ( $fO_2$ ) a de maior importância. De acordo com Ishihara (1977) granitóides com magnetita podem estar associados com mineralizações de Cu-Mo-Au. Portanto, o reconhecimento e enquadramento dos granitóides em uma dessas duas séries são fundamentais na exploração de depósitos minerais com afinidades graníticas.

O objetivo desse trabalho é caracterizar petrograficamente as rochas graníticas com ocorrência de magnetita pertencentes as suítes Pinheiro Machado e Viamão, localizadas no Batólito Pelotas, especificamente na região de Monte Bonito, seguido de uma avaliação do potencial metalogenético com base em dados geoquímicos.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia consistiu em etapas de campo e laboratorial. Na etapa de campo foi realizado a descrição dos diferentes litotipos encontrados, com enfoque

nas relações de contato entre os granitoides com magnetita e as rochas encaixantes, seguido de uma coleta sistemática de amostras. Na etapa laboratorial foram realizadas as descrições das amostras macroscópicas e lâminas delgadas no Laboratório de Microscopia e Mineralogia da Universidade Federal de Pelotas com o auxílio da lupa binocular e do microscópio petrográfico. Posteriormente foram comparados os dados de geoquímica de rocha total dos granitóides com magnetita, objeto de estudo, com dados geoquímicos de granitoides com magnetita mineralizados disponíveis na literatura.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os magnetita monzogranito, objeto de estudo desse trabalho, apresentam coloração cinza claro à rosada, leucocráticos, grau de alteração baixo e textura equigranular média a grossa, podendo apresentar localmente textura inequigranular com fenocristais de feldspato potássico. São compostos por quartzo (36,81%), plagioclásio (25,59%), microclínio (4,70%), ortoclásio (10,20%), biotita (6,34%), muscovita (1,84%), magnetita (1,02%), sericita (4,70%), zircão (0,61%) e argilominerais (0,20%). Os cristais de magnetita alcançam tamanhos de até 1 cm e isolados, podendo ocorrer também cristais diminutos disseminados na matriz, com tamanho médio de 1,3 mm.

Microscopicamente foi possível observar cristais de quartzo ocorrendo como fenocristais, em geral límpidos, subédricos e com extinção ondulante. Foi possível observar a ocorrência de inclusões de zircão. Comumente observou-se a presença de textura gráfica, marcada pelo intercrescimento de quartzo e feldspato. Em geral os fenocristais de quartzo apresentam bordas recristalizadas. Os plagioclásios ocorrem como fenocristais e como componentes da matriz. Apresentam macela polissintética nítida, podendo também apresentar macelas de deformação. Os cristais de plagioclásio encontram-se muitas vezes alterados para argilominerais e sericita (sericitização). Há também ocorrência da textura antipertita. Apresentam um hábito subédrico e zonação oscilatória (figura 3a). Os k-feldspatos ocorrem na forma de fenocristais de microclínio e ortoclásio. Os cristais de microclínio apresentam hábito subédricos e sericitizados, com microfraturas preenchidas por argilominerais (figura 3b). Os cristais de ortoclásio são euédricos a subédricos (figura 3c) apresentando inclusões de quartzo. Muitas vezes ocorrendo como cristais poiquiliticos e pertitizados. Cristais de biotita ocorrem como inclusões em fenocristais de plagioclásio e microclínio, ou isolada, subédrica, possivelmente sofrendo opacitação. Os cristais de muscovita ocorrem como aglomerados, euédricos, de até 2,75 mm (figura 3d). Esses aglomerados ocorrem exclusivamente no entorno de cristais de magnetita ou localizados no centro deste através de microfraturas. Localmente podem estar associado também a óxidos de ferro, possivelmente advindos da magnetita, os quais destacam a presença de microfraturas.

A magnetita apresenta-se em duas formas distintas (figura 1a,b). A primeira é caracterizada pela presença de uma possível auréola de empobrecimento de minerais máficos ao redor do cristal de magnetita, formando padrões circulares de coloração esbranquiçada. Nesses casos, os cristais são anédricos, ocorrem com tamanho de até 1,3 cm e oxidados. O segundo caso as magnetitas ocorrem inseridas em aglomerados circulares de biotitas de diâmetro de até 3 cm.

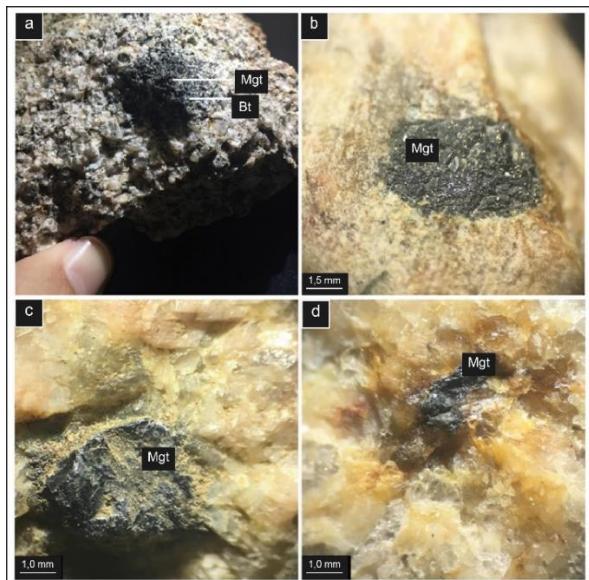


Figura 1. Ocorrência dos cristais de magnetita. Lupa binocular.

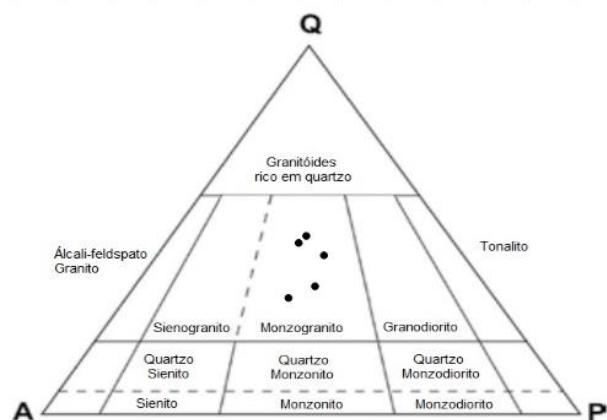


Figura 2. Diagrama Streckeisen (1967)

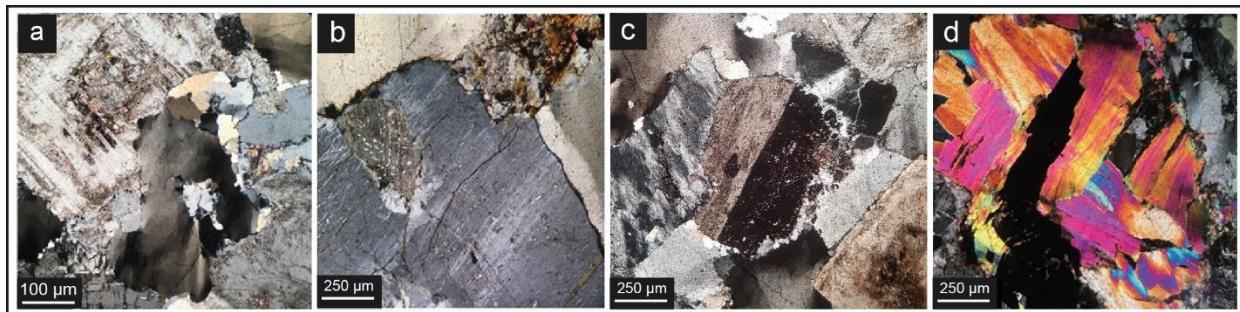


Figura 3. Fotomicrografias. (a) Plagioclásio com zonação oscilatória (LPA). (b) Fenocristal de microclínio com textura micropertitítica e inclusão de feldspato com textura gráfica (LPA). (c) Cristal subédrico de ortoclásio (LPA). (d) Muscovita na volta do cristal de magnetita (LPA)

#### 4. CONCLUSÕES

A integração dos dados petrográficos e geoquímicos providenciaram importantes informações a respeito dos magnetita monzogramitos:

1. A ocorrência de possíveis auréolas de empobrecimento de minerais máficos ao redor de cristais de magnetitas não foram suficientes para validar a hipótese de uma origem metamórfica para esses minerais. Nenhum indício de halos reativos ou texturas coroníticas foram observados. Além disso, a paragênese mineral descrita não favorece a ocorrência de reações para a formação de magnetitas. A presença de cristais de magnetitas com tamanhos centimétricos exigiria uma taxa de difusão iônica muito alta, sugerindo metamorfismo de alto grau, o que não ocorre.
2. A presença de magnetita de origem magmática nos monzogramitos, associado a assinaturas geoquímicas já realizadas para essas rochas, disponível na literatura (Fantini, 2017), sugere a classificação desses granitoides como do Tipo I e pertencentes a série da magnetita. A presença da magnetita também reflete um padrão mais oxidado desse magmatismo. Segundo Ghodsi et al., (2015) granitoides cálcio-alcalinos do Tipo-I oxidados tem grandes capacidades de concentrar metais base como Cu, Fe, Mo e Au.

3. Os dados de geoquímica de rocha total mostram um enriquecimento em Cu, Sn e Th para os magnetita monzogranitos em relação ao *background* da crosta continental fornecidos por Clark (1995) (tabela 1). A formação do Batólito Pelotas, unidade onde estão inseridos os magnetita monzogranitos corresponde principalmente ao estágio pós-colisional, relacionado à evolução final do Ciclo Brasiliano/Pan-Africano, o que favorece a possibilidade de ocorrência de mineralizações, uma vez que mineralizações de Cu são encontradas segundo Sillitoe (2010) e Richards (2011) tanto em zonas de subducção quanto em ambientes pós-colisionais.

Tabela 1. Comparação de alguns elementos do magnetita monzogranito em relação a Clark (1995)

Elementos	Quantidade na crosta continental (ppm)	Quantidade no magnetita monzogranito (ppm)	Taxa de enriquecimento
Cu	25	<5-50,8	2
Sn	2	1,0-6,0	3
Pb	15		
Th	9	1,40-24,5	2
Zn	65		

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAPPELL, B.W., WHITE, A.J.R. Two contrasting granite types. *Pacific Geol.*, v.8, p. 173-174, 1974.
- EUGSTER, H.P. Granites and hydrothermal ore deposits: a geochemical framework. *Mineral Mag.*, v.49, p. 7-23, 1985.
- ISHIHARA, S. Acid magmatism and mineralization-oxidation status of granitic magma and its relation to mineralization. *Marine Sci.* v.7, p. 756-759, 1975.
- ISHIHARA, S. The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geology*. v.27, p. 293-305, 1977.
- GHODSI, M.R., BOOMERI, M., BAGHERI, S. Using of amphibole mineral chemistry to thermobarometry of Bazman granitoid, SE Iran. *J. Crystall. Mineral*, v.3, p. 585-596, 2015.
- RICHARDS, J.P. Magmatic to hydrothermal meta flux in convergent and collided margins. *Ore Geol Rev*, v.40, p. 1-26, 2011.
- SILLITOE, R.H. Granites and metal deposits. *Episodes*, v. 19, p. 126-133, 1996.
- SILLITOE, R.H. Porphyry copper systems. *Econ Geol*, v. 105, p. 3-41, 2010.
- WHITE, A.J.R., CHAPPELL, B.W. Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, South-eastern Australia. *Geol. Soc. Am. Mem.*, v. 159, p. 21-34, 1983.