

GEOQUÍMICA DE ELEMENTOS TERRAS RARAS EM ALLANITAS E TITANITAS DE ROCHAS GRANÍTICAS DE MORUNGABA (SP) E IMPLICAÇÕES PRELIMINARES

S.R.F.Vlach

Agradavam ao Prof. Mario Figueiredo as discussões sobre a geoquímica das rochas graníticas e associadas, com destaque para os elementos terras raras (ETR) e o seu significado para a discriminação da tipologia e para a evolução do magmatismo granítico de uma forma geral. Parece oportuno então se apresentar e discutir neste memorial dados de quimismo mineral para allanitas e titanitas de rochas graníticas. Estes minerais estão entre os que contêm as maiores concentrações em elementos terras raras em granitóides meta-aluminosos a moderadamente peraluminosos, e, portanto, o seu quimismo é fundamental para a compreensão da variabilidade dos ETR nestas rochas e para quaisquer modelagens de evolução magmática.

Pares coexistentes de allanitas-titanitas em amostras representativas do Complexo Ouro Verde e dos Plútons Jaguari, Meridional e Oriental do magmatismo Morungaba (Vlach, 1993) foram selecionados para estudo. Nas amostras consideradas, estes minerais aparecem com dimensões submilimétricas a milimétricas e são em geral idiomórficos, mais ou menos zonados ao microscópio óptico; cada qual soma quantidades modais sempre inferiores a 1%. Em geral, a allanita é mais precoce, a sua cristalização iniciando pouco antes do aparecimento da apatita e do zircão. A titanita é algo posterior e a sua formação se inicia a partir de reações peritéticas entre ilmenita ou ilmenita+hornblenda e líquido magmático.

As análises foram realizadas na microsonda JEOL JXA-8600S, automatizada com o sistema TRACOR-NORAN TN-5600 do Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências da USP, sob feixe eletrônico com diâmetro de 10 μ , 20 kV de aceleração e 100 nA de corrente. Varreduras detalhadas de comprimento de onda foram efetuadas para a determinação dos elementos acima do limite de identificação e posicionamento adequado para leituras da radiação de fundo; entre os ETR, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd e Dy, além de Y, foram passíveis de determinação quantitativa na maioria das amostras. Análises pontuais completas em regiões de núcleo e de borda de cristais selecionados foram acompanhadas de perfis semi-quantitativos núcleo => borda para os elementos que apresentaram maior variabilidade. Os padrões utilizados são referidos internamente no laboratório. As correções para os efeitos de matriz seguiram o procedimento PROZA disponível no sistema TN-5600.

A maioria das allanitas estudadas, mesmo quando de aparência muito límpida ao microscópio, encontra-se variavelmente metamictizada, fato refletido por valores relativamente baixos para os totais analíticos (90-95% em peso de óxidos); de fato, apenas alguns núcleos cristalinos, em especial aqueles com teores mais baixos em ThO₂, encontram-se preservados. Deve ser destacado que nas análises com totais superiores a 92-94%, em cristais com alteração carbonática ausente ou muito incipiente, não foram observadas evidências claras de alteração significativa nos teores relativos em (ETR)^T. A maioria dos cristais mostra zonamento químico,

ora mais regular, ora complexo e de tipo oscilatório, com tendências mais ou menos marcadas de diminuição nos teores de (ETR)T dos núcleos para as bordas, paralelizadas pelo aumento de Na, Sr e Th; os valores de (ETR)T₂O₃ se situam entre 17% e 25% em peso e são em média mais elevados nas allanitas das rochas mais máficas do Complexo Ouro Verde e do Plúton Jaguari (amostras A-1208 e A-281, respectivamente), as quais são também relativamente mais ricas nas terras raras médias e pesadas.

As titanitas mostram, analogamente, padrões diversificados de zonamento químico, com tendência melhor marcada de diminuição dos teores nas terras raras dos núcleos para as margens dos cristais, paralelizada por Nb e Zr e contraposta por Al. Nas amostras consideradas, os teores em (ETR)T₂O₃ estão entre 3,5% e 0,5%.

As principais variações dos elementos terras raras, incluindo Y, são ilustradas em diagramas parciais normalizados pelos teores condriticos (Boynton, 1984) e pelos teores em rocha total (Vlach, 1993) na Figura 1. Por simplicidade, estão representadas nesta Figura apenas os resultados obtidos para os núcleos cristalinos dos pares allanita-titanita, os quais reafirmam, por um lado, a preferência relativa dos ETRL pela allanita e dos ETRP pela titanita, e, por outro, a importância destes dois minerais como depositários principais dos ETR nas amostras estudadas, apresentando concentrações entre 10 e 1300 vezes superiores às da rocha hospedeira. De fato, avaliações modais e normativas das fases minerais mais ricas em ETR (hornblenda, allanita, titanita, apatita e zircão) mostram que mais de 85% em peso destes elementos nos granitóides meta-aluminosos a moderadamente peraluminosos de Morungaba estão concentrados nestes dois minerais.

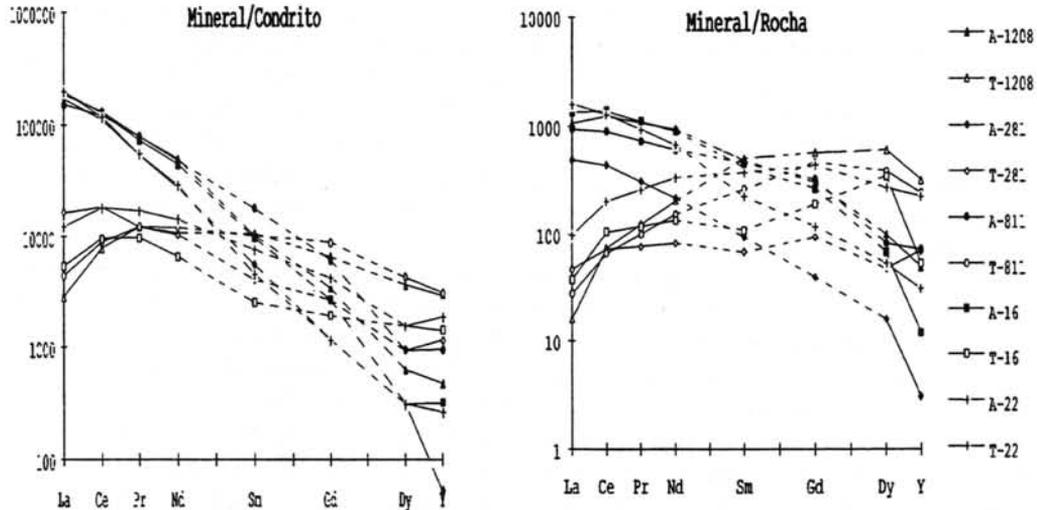


Figura 1 - Diagramas parciais para elementos terras raras, incluindo Y, normalizados pelo condrito de Boynton (1984), à esquerda, e pela rocha hospedeira, à direita. Números na legenda identificam amostras 1208 (Complexo Ouro Verde), 281 e 811 (Plúton Jaguari), 16 (Plúton Oriental), 22 (Plúton Meridional). Letras A e T identificam allanitas e titanitas, respectivamente.

A concentração dos ETR nas allanitas e nas titanitas das rochas estudadas, a exemplo de outras ocorrências graníticas, depende do índice de diferenciação, da paragênese e da seqüência de cristalização. Destacam-se, por um lado, os teores maiores e menores de terras raras nas titanitas e allanitas, respectivamente, das rochas relativamente mais félsicas dos Plútons Meridional e Oriental (A-16, A-22) quando comparados aos das demais amostras, e, por outro, a importância relativamente menor das titanitas e allanitas como concentradores dos ETR na amostra A-281 quando comparadas com o caso da amostra A-1208, ambas com índice de diferenciação parecido. Este último caso é explicado pela presença de hornblenda, mineral que pode concentrar teores significativos de ETR (e.g., Sawka, 1988), de cristalização precoce em relação à allanita e titanita, na amostra A-281, e a sua ausência em A-1208.

As variações composicionais observadas nas amostras estudadas, em especial aquelas associadas ao zonamento oscilatório, quando estudadas à luz do quimismo de rocha total, são compatíveis com modelos evolutivos embasados em mecanismos simples de cristalização fracionada a partir de volumes discretos de magmas, com envolvimento de *mistura e/ou desmistura* entre líquidos magmáticos e frações previamente cristalizadas. Por outro lado, a combinação dos padrões minerais obtidos com os de rocha total apontam para a proporcionalidade entre as quantidades fracionadas de minerais acessórios e os respectivos coeficientes de partição para os elementos considerados (v. também Vlach, 1993).

Referências Bibliográficas

- BOYNTON, W.V. (1984) Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: HENDERSON, P. (Ed.) **Rare earth element geochemistry**. Amsterdam, Elsevier, p.63-114.
- SAWKA, W.N. (1988) REE and trace element variations in accessory minerals and hornblende from the strongly zoned McMurry Meadows pluton, California. **Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences**, v.79, n.2-3, p.157-168.
- VLACH, S.R.F. (1993) **Geologia e Petrologia dos granitóides de Morungaba, SP**. São Paulo, 414p. (Tese - Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.