

## CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE MINERAIS DE TERRAS RARAS E SUA APLICAÇÃO À PETROLOGIA DOS GRANITOS DA PROVÍNCIA ESTANÍFERA DE GOIÁS\*

Nilson Francisquini Botelho<sup>1</sup> & Luciana M. Teixeira<sup>-2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências - UnB

<sup>2</sup> Instituto de Geociências - UnB bolsista PIBIC

\* Trabalho realizado com auxílio do CNPq

V Congresso Brasileiro de Geoquímica e III Congresso de Geoquímica dos países de Língua Portuguesa, Niterói/RJ, 1995. Resumos expandidos - publicado em CDROM.

### Introdução

Os corpos graníticos estudados (Pedra Branca, Mocambo, Mangabeira e Serra do Mendes) situam-se no extremo nordeste do Estado de Goiás, constituindo, juntamente com outros corpos graníticos, a Sub-província Paranã, pertencente à Província Estanífera de Goiás (Marini & Botelho, 1986). A Sub-província Paranã (fig. 1) constitui-se de maciços graníticos circulares, compostos por biotita granitos e leucogranitos que foram submetidos a processos tardi a pós-magmáticos de greisenização, albitização e microclinição. Duas gerações de granitos foram identificadas nesta região por Botelho (1992): uma mais antiga denominada de g1 e outra mais jovem denominada de g2.

O estudo do comportamento de minerais de terras raras e minerais portadores de terras raras durante a evolução de magmas graníticos e durante processos metassomáticos atuantes em ambiente granítico é importante para uma correta interpretação das análises de terras raras em rocha total, e sua aplicação à petrologia dos mesmos. A desestabilização de allanitas primárias em fluorita + quartzo + fluoretos, carbonatos e fosfatos de terras raras e a substituição em zircões do Zr por Y + Yb + Th + Nb são fenômenos comuns nesses granitos, que, em geral, não são levados em consideração durante o estudo petroquímico dos mesmos.

Através de estudos realizados ao microscópio ótico, microscópio eletrônico de varredura (MEV) e microsonda eletrônica (CAMEBAX SX-50, CAMPARIS e IG/UnB) foram caracterizados como importantes minerais portadores de terras raras a apatita, o zircão a fluorita e a xenotima e como minerais de terras raras a allanita, a monazita, a fluocerita a parisita a lessingita e a agardita.

### Minerais portadores de terras raras

Apatita: mineral acessório dos granitos g1 e g2 menos evoluídos, portador de terras raras leves (TRL) e ítrio podendo conter até 16% de TRL+Y (fig. 2a). Apresenta zonações regulares, provavelmente de origem magmática (fig. 3), e irregulares provavelmente devidas a metassomatismo. As zonações de origem magmática apresentam invariavelmente um núcleo empobrecido em TRL+Y enquanto que as zonações de origem metassomática provocam um grande enriquecimento com em TRL+Y nas bordas e ao longo das partições basais ou de microfraturas do mineral, dando origem, localmente, ao mineral lessingita  $(Ca_2(TRL,Y)_3(SiO_4)_3OH)$  (fig. 3). Segundo Ito(1968), apatita e lessingita formam uma solução sólida em condições hidrotermais de alta temperatura (500-700°C), o que é compatível com o metassomatismo atuante nas rochas estudadas.

Zircão: mineral acessório portador de terras raras pesadas (TRP) além de U, Th e Y que, ao ser reequilibrado por metassomatismo, é enriquecido nesses elementos. As concentrações atingem até 17% de TRP + Y, sendo que o teor de TRP fica entre 2 e 3 %.

Normalmente, o mineral apresenta zonações e enriquecimento em TRP nas bordas devido a metassomatismo, que tende a lixiviar o Zr e a fixar U, Th e TRP. Enriquecimentos maiores em ítrio (10-14%) podem ser causados por intercrescimentos de xenotima.

Fluorita: ocorre como mineral acessório ou secundário, sendo, muitas vezes, o produto da desestabilização de allanitas primárias, apresentando inclusões de monazita, torita, parisita, provavelmente zircão secundário e um material opaco ainda não identificado, rico em Ca, Si, Th, Y e terras raras leves, principalmente Nd e Gd.

Xenotima (YPO<sub>4</sub>): Ocorre como mineral acessório em granitos mais evoluídos e como mineral secundário, podendo, em ambos os casos, conter até 10% de TRP. Nos grãos de origem hidrotermal, os maiores valores em TRP encontram-se nas bordas do mineral.

## Minerais de terras raras

Allanita: mineral de TRL concentrador de Y e Th. Ocorre como acessório ou secundário nos granitos róseos precoces. Quando transformado por processos tardi-pós magmáticos dá origem a fluoritas com inclusões de minerais de TRL.

Monazita: mineral de TRL e Th. Após o desaparecimento da apatita, a monazita, junto com a xenotima, passa a ser o fosfato de terras raras que cristaliza como mineral acessório dos granitos, ocorrendo até nos granitos mais evoluídos como o albita topázio granito do Maciço Mangabeira. Como mineral secundário, aparece como inclusão em fluorita, ou formando grandes cristais prismáticos zonados, principalmente em zonas de albitização.

Fluocerita  $(La, Ce)F_3$ : mineral secundário de greisens desenvolvidos sobre granitos pouco evoluídos. Geralmente apresenta as bordas enriquecidas em Th, Ca, TRL e Fe. No Maciço Pedra Branca, este mineral ocorre como cristais com geminação polissintética, podendo, numa primeira impressão, ser confundido com albita.

Parisita  $(Ce, La)_2Ca(CO_3)_3F_2$ : mineral secundário encontrado em granitos greisenizados. Ocorre comumente associado a carbonatos e hidróxidos de Fe, preenchendo microfraturas dos granitos greisenizados. Forma, junto com a monazita, a maior parte das inclusões na fluorita.

Agardita: mineral de terras raras muito raro, descrito por Moura e Botelho (1994), em quartzo-topázio greisens do Maciço Mangabeira.

## Aplicação à petrologia dos granitos estaníferos - conclusões

O estudo dos minerais de terras raras dos granitos estaníferos de Goiás mostrou que, nos granitos mais precoces, a apatita tem uma grande influência nos teores elevados de TRL em rocha total, sendo um marcador importante na caracterização dos granitos g1 e g2. Apatitas enriquecidas em terras raras são geralmente associadas a rochas de natureza alcalina (Roeder et al. 1987), o que atesta a tendência alcalina dos granitos em questão.

O zircão é praticamente o único concentrador de terras raras pesadas. Neste caso, os teores em TRP são mais elevados nos granitos mais evoluídos, havendo como consequência a diminuição dos teores de Zr no zircão. Esta constatação pode ser a explicação para dois fenômenos observados nos granitos g1 e g2: i) concentração de Zr diminuindo com a evolução dos granitos, enquanto a quantidade de zircão permanece quase inalterada durante boa parte desta evolução; ii) padrões de terras raras dos granitos mais evoluídos, mostrando enriquecimento em TRP e diminuição das TRL. Relações deste tipo são descritas por Nagasawa (1970) e Robinson (1978).

Durante a atuação dos processos metassomáticos, as terras raras tiveram, em muitos casos, comportamento bastante móvel, resultando em concentrações importantes de minerais de terras raras. Em alguns greisens, o zircão foi intensamente afetado pelo metassomatismo, enquanto que em outros permanece praticamente inalterado. De qualquer modo, este mineral já possuía teores expressivos de TRP, antes da atuação dos fenômenos tardi/pós-magmáticos. Considerando que, nos aluviões do Maciço Pedra Branca, por exemplo, o zircão é mais abundante que a cassiterita em frações abaixo de 200 micra, a possibilidade de um aproveitamento econômico de concentrados deste mineral deve ser levada em consideração.

## Referencias bibliográficas

BOTELHO, N.F. (1992), Tese de Doutorado, Univ. Paris VI, 343p.

ITO, J. (1968), Amer. Mineral. 53: 890-907.

MARINI, O.J. e BOTELHO, N.F. (1986), Rev. Bras. Geoc. 16(1):119-131.

MOURA, M.A. e BOTELHO, N.F. (1994), 38º Cong. Bras. Geol., Bol. de Resumos Expandidos vol. 3, p. 93-94.

NAGASAWA, H. (1970), Earth Plan. Sci. Lett. 9: 359-364.

ROBINSON, G.W. (1978), Tese de Doutorado, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada.

ROEDER, P.L. et al (1987) Amer. Mineral. 72: 801-811

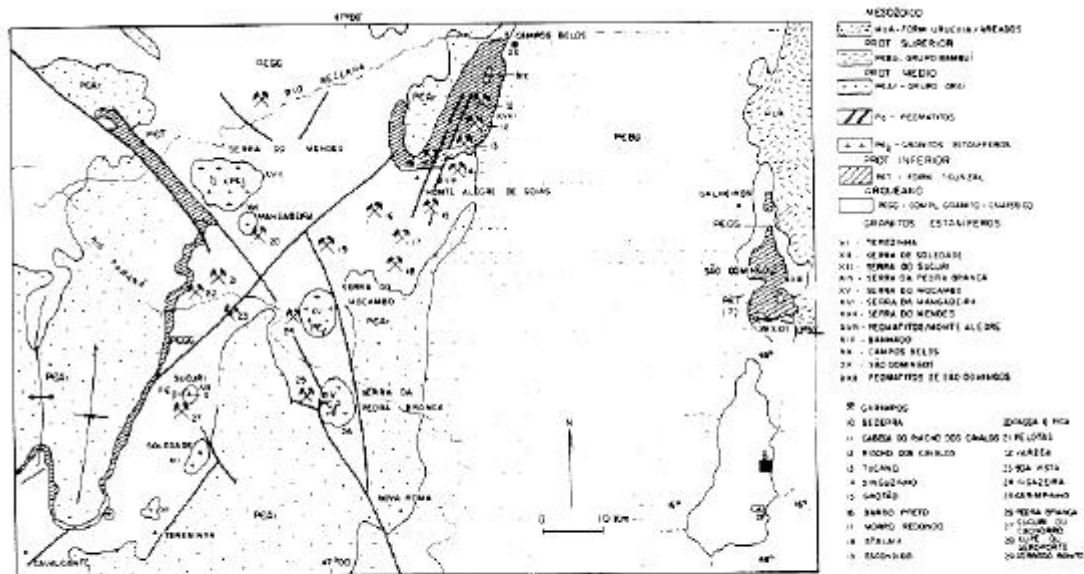


Figura 1 - Localização e contexto geológico da Sub-província Estanífera do Rio Paraná.

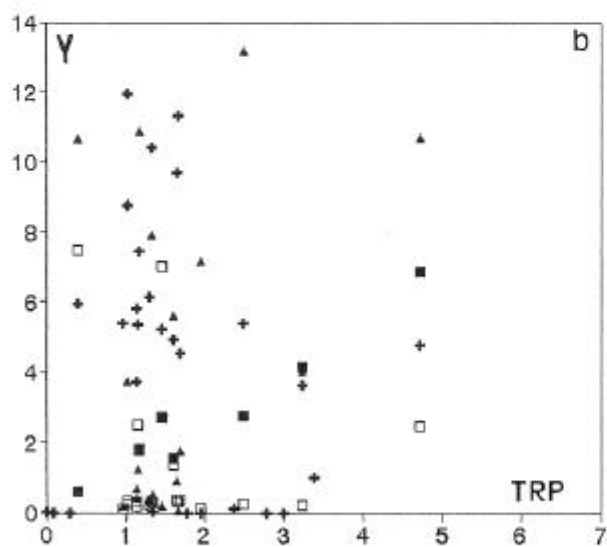
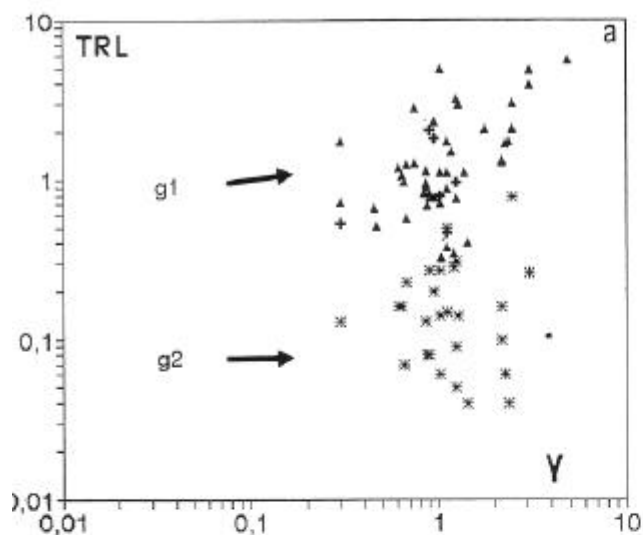


Figura 2 - a) correlação entre os teores (% peso) de TRL e ítrio em apatitas dos granitos g1 e g2. b) correlação entre os teores (% peso) de TRP e ítrio em zircões de granitos g1 e g2 e de greisens.

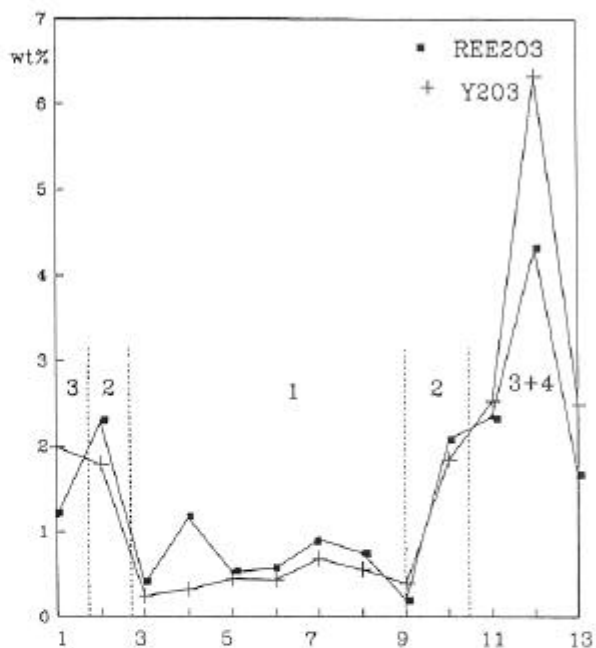


Figura 3 - perfil analítico em apatita. A imagem ao MEV mostra zonação regular de origem magmática. A zona 4, mais clara e irregular, é de origem metassomática. (zr: zircão; le: lessingita)