

1. Congresso Brasileira de Geoquímica e
2. Congresso de Geoquímica dos Países
de Língua Portuguesa, São Paulo, 29. set. a
5 outubro, 1991

OS ELEMENTOS TERRAS RARAS NAS APATITAS DO MACIÇO ALCALINO DE ANITÁPOLIS, SC

COLEÇÃO PTC

DEVOLVER AO BALCÃO DE EMPRÉSTIMO

IPEN-DOC- 4125

V.P. Perreira¹, C.V. Dutra², M.L.L. Formoso¹,
A.M.G. Figueiredo³

Objetivando conhecer o comportamento geoquímico dos elementos terras raras (ETR) nas apatitas do maciço alcalino de Anitápolis, foram selecionadas amostras procedentes de fácies magmáticas, hidrotermais e de um fosfato secundário apatítico de origem Intempérica.

A escolha das apatitas foi feita considerando que, nas rochas alcalinas, os ETR estão distribuídos principalmente nos minerais acessórios e, segundo Figueiredo (1985), eles podem ser remobilizados por fluidos ricos em CO_3 , e F^- e Cl^- em condições hidrotermais.

As apatitas foram separadas utilizando-se bromofórmio e separador isodinâmico Frantz conforme, respectivamente, Hutchison (1974) e Martins (1964). As impurezas da superfície do mineral foram retiradas com um limpador ultrassônico e o fosfato secundário apatítico, devido às pequenas dimensões de seus cristais, ou, por apresentar-se principalmente como plasma, foi separado com uma broca de dentista.

Após a pulverização, as amostras foram analisadas por ICP e por ativação neutrônica (AN), cujos resultados foram comparados com diferentes padrões.

A Tabela 1 mostra as fácies de origem das apatitas analisadas.

Fácies	Amostras	Observações
Flogopita piroxenito	A3, AP4, R1	Fácies magmática
Glimmerito	PAR 4, PAR 5, BB	Fácies hidrotermal
Veios	A1, AP11, AP12	Fácies hidrotermal
Carbonatito	CARB	Fácies magmática
Apatitas secundárias	FS1, FS2, FS3	Fácies intempérica

¹Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

²Geologia e Sondagem - GEOSOL, Belo Horizonte, Brasil.

³Divisão de Radioquímica - IPEN, Comissão Nacional de Energia Nuclear, São Paulo, Brasil.

IPEN - Doc - 4125
Aprovado para apresentação

em / /

PTC

A classificação do carbonatito como sendo um evento magmático tardio resulta das observações e análises realizadas por Furtado (1989).

As assinaturas obtidas com as análises por ICP e AN apresentam o padrão característico das apatitas provenientes de rochas alcalinas e carbonatitos, onde há um enriquecimento dos elementos terras raras leves (ETRL) em relação aos pesados (ETRP).

Clark (in Henderson, 1984) diz que a substituição do cálcio por ETR, em apatitas provenientes de rochas alcalinas, pode ser de até 12%, sendo que esses elementos vão ocupar lugares diferentes com coordenação 7 e 9.

A observação das assinaturas obtidas nas diferentes análises mostra a inexistência de carência de európio nas apatitas de Anitápolis (Eu/Eu^* próximo a 1). Salienta-se que as apatitas secundárias apresentam razões semelhantes herdadas das apatitas endógenas. Segundo Puchelt & Emmermann (in Henderson, 1984), uma anomalia negativa desse elemento é um indicador de baixa fugacidade de oxigênio, desde que a rocha não seja carente em Eu.

A razão Ce/Ce^* próxima a 1 mostra o não fracionamento ou oxidação desse elemento durante os processos endógenos.

A observação que existe uma amostra do fosfato secundário apatítico com conteúdo anômalo de cério (6,28% $\rightarrow \text{Ce}/\text{Ce}^* = 65$), se deve, segundo Rankin & Childs (1976) (apud, Braun et al., 1989), a esse elemento passar do estado de oxidação 3^+ para 4^+ , não sendo remobilizado quando oxidado. A presença de óxido de manganês amorfo junto com as apatitas secundárias é outra razão responsável pela concentração de cério, pois seria necessário um enriquecimento de aproximadamente 52 vezes para chegar-se a esse teor, já que a média obtida para as outras amostras de apatita também analisadas por ICP é de 0,12%. Assim sendo, provavelmente outros minerais alterados contribuíram para a concentração de cério. A constatação desse fato em somente uma amostra demonstra que a concentração do elemento varia nos diversos microsistemas.

A Figura 1 mostra o ΣETR em diferentes amostras, aparecendo um aumento no conteúdo desses elementos nas fases tardias, com exceção daquele presente nas apatitas do carbonatito soviético, que é o mais pobre em terras raras totais, e de uma amostra (R1), que possui uma assinatura semelhante àquela encontrada para as apatitas procedentes dos veios hidrotermais.

Nos resultados das análises dos ETR fornecidos por Furtado (1989), o carbonatito apresentou 774 e 779 ppm de ΣETR , cujas amostras continuam, respectivamente, 4,0 e 26,4% de apatita, o que permite concluir que o carbonatito é originalmente pobre em ETR assim como as apatitas.

O ΣETR da amostra R1 pode ser explicado se se considerar que os flogopita piroxenitos contêm não somente apatitas de origem magmática, como também hidrotermal, e a amostra é enriquecida em apatitas hidrotermais.

As razões La/Yb e ETRL/ETRP são maiores nos veios hidrotermais, porque estes são relativamente enriquecidos em ETRL. Essas razões são bem menores no fosfato secundário apatítico, embora este apresente-se relativamente enriquecido em ETRP e ETRL. O conteúdo de ETRL das apatitas secundárias é inferior àquela encontrado nos veios hidrotermais e o de ETRP é superior ao das demais fácies.

Para melhor compreensão do comportamento dos ETR em apatitas primárias, calcularam-se as razões de enriquecimento ou empobrecimento dos ETR considerando a concentração de um elemento como sendo normal, conforme os critérios estabelecidos por Lagerwey (1977). Neste trabalho, o Sm foi o elemento escolhido, por existir em proporções significativas, possuir

valência constante, ter sido analisado por ICP e AN, exibir massa atômica intermediária aos demais ETR e, finalmente, por possuir valores próximos aos padrões com os quais foi comparado.

Exemplo dos cálculos realizados:

4,83% Sm (padrão) → 78,00 ppm Sm na apatita do glimmerito
13,02% La (padrão) → x La ppm (calculado)
x = 210,26 ppm

Como na análise da amostra de glimmerito obteve-se 223,36 ppm La, houve um enriquecimento do elemento considerando o padrão utilizado.

Cálculos semelhantes foram realizados para os outros elementos e para as diferentes amostras, empregando-se diferentes padrões (média da análise de 21 apatites de diferentes procedências conforme Lagerwey, 1977; Clarke, segundo Mason & Moore, 1982; apatita de Khibina - URSS citada por Roeder et al., 1987; apatita de Oka - Canadá conforme Eby, 1975; e apatita de Tapira - Brasil em análise realizada por Dutra e sem publicação).

Os resultados obtidos permitiram concluir que os mesmos elementos apresentam comportamento similar em relação aos mesmos padrões para as duas técnicas utilizadas, e que as apatitas de Anitápolis, quando comparadas com esses padrões, são pobres em La, Ce, Yb e Lu, ou seja, se tivessem uma distribuição normal em relação ao conteúdo de Sm, deveriam apresentar valores maiores do que aqueles obtidos nas diferentes análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAUN, J.J.; PAGEL, M.; MULLER, J.P.; BILONG, P.; MICHARD, A.; GUILLET, B. (1989) *Geochim.Cosmochim.Acta*, **54**:781-795.
- EBY, G.N. (1975) *Geochim.Cosmochim.Acta*, **39**:597-620.
- FIGUEIREDO, M.C.H. (1985) *Bol.IG-USP, Ser.Cient.*, **16**:15-31.
- FURTADO, S.M.A. (1990) Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 245p.
- HENDERSON, P. (1984) Elsevier, 510p.
- HUTCHISON, C.S. (1974) Wiley & Sons Inc. 527p.
- LARGERWEY, A.A.F. (1977) *Scripta Geologica*, **42**:1-52.
- MARTINS, L.R. (1964) *Bol.Paranaense de Geografia*, **10**, **11**, **12**, **13**, **14** e **15**:311-323.
- MASON, B. & MOORE, C.B. (1982) John Wiley & Sons Inc., 344p.

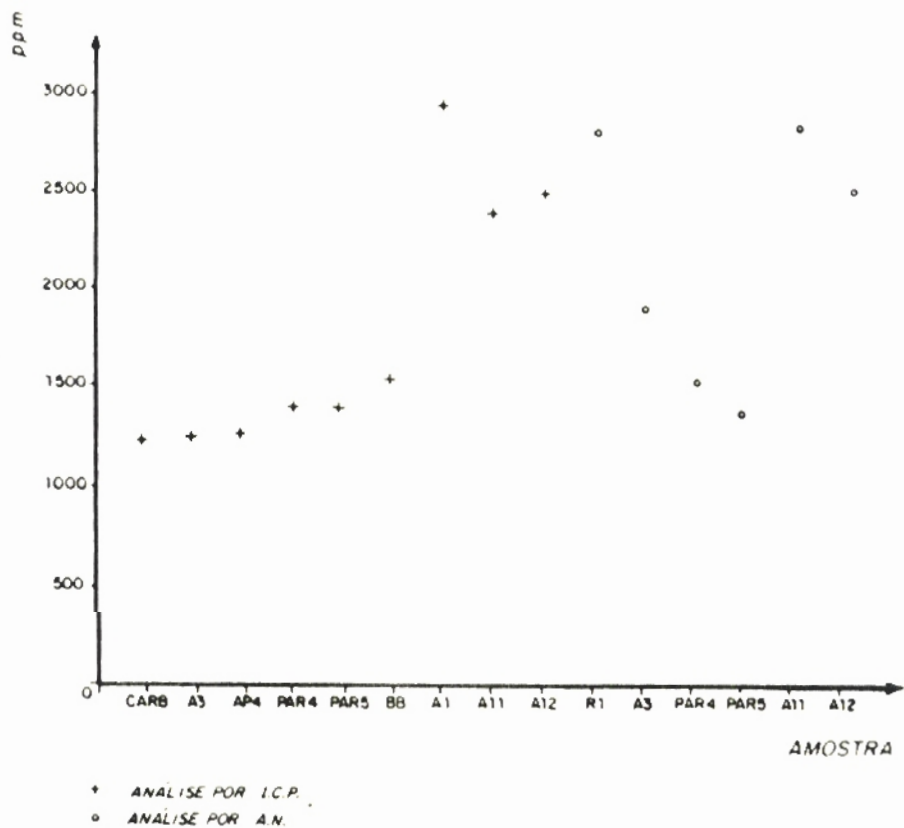


Figura 1 - Somatório dos elementos terras raras nas diferentes amostras analisadas (Apatitas-Anitápolis, SC).