

## CONCENTRAÇÃO DE ETR NOS PRODUTOS DA ALTERAÇÃO INTEMPÉRICA DO COMPLEXO ALCALINO-CARBONATÍTICO DE CATALÃO I GOIÁS

Rosely A. L. Imbernon<sup>1</sup>; Sônia M. B. de Oliveira<sup>2</sup>; Ana M. G. Figueiredo<sup>3</sup>

1 - Pós-Graduanda IG-USP

2 - Departamento de Geologia Geral - IG-USP

3 - Instituto de Pesquisas Nucleares-IPEN-CNEN/SP

**INTRODUÇÃO** - O comportamento dos ETR durante os processos de alteração intempérica de diversos litotipos tem sido estudado por diversos autores, mas não se encontra ainda bem definido. Nesbitt, 1979; Duddy, 1980; Formoso et al., 1989, entre outros, observaram que, de modo geral, esses elementos sofrem lixiviação durante os processos de alteração intempérica, com exceção do Ce, que tende a imobilizar-se.

Em complexos alcalino-carbonatíticos, algumas das variedades litológicas, como os carbonatitos, são naturalmente enriquecidas em ETR, e esse enriquecimento acentua-se nos produtos de alteração intempérica gerando, por vezes, concentrações de grande interesse econômico. Segundo Lapido - Loureiro & Neumann (1993), as maiores reservas e os mais altos teores de ETR no Brasil são encontrados em solos lateríticos e silexites associados a complexos carbonatíticos.

O complexo alcalino-carbonatítico de Catalão I, Goiás, apresenta importantes concentrações de Nb, P, Ti e ETR associadas aos produtos do intemperismo. Para o caso específico dos ETR, esse enriquecimento foi observado na forma de fosfatos aluminosos secundários, nos horizontes superiores do perfil de alteração. Além disso, esses elementos encontram-se também concentrados como monazita, em perfis de alteração extremamente silicificados.

### ETR ASSOCIADOS A FOSFATOS ALUMINOSOS SECUNDÁRIOS

- Para o estudo do comportamento dos ETR no perfil de alteração, foram coletadas amostras numa frente de lavra de fosfato, na região centro-norte do corpo. O perfil aflora num corte de aproximadamente 60 metros de altura, de onde foram amostrados, da base ao topo, materiais

representativos de 4 horizontes definidos, segundo suas características macroscópicas, como:

**horizonte rocha fresca** - nível onde aflora o glimmerito fresco cortado por veios carbonatíticos;

**horizonte saprolítico** - material isalterítico rico em apatita;

**horizonte laterítico** - material aloterítico, rico em óxidos de ferro;

**cobertura superficial** - material de capeamento do perfil, de origem parcialmente alóctone, argiloso e sem estruturas.

As amostras de rocha fresca analisadas (Tabela 1) apresentam teores de ETR elevados, considerando-se a média crustal de 0,0151%. O carbonatito é mais enriquecido do que o glimmerito e apresenta uma maior razão  $(La/Lu)_n$ , o que indica que os ETRL concentraram-se preferencialmente em relação aos ETRP. Em ambos os litotipos, a apatita é certamente uma das fases portadoras desse grupo de elementos, pois apresenta em média 0,85% em  $TR_2O_3$  (Imbernon, 1993). Esse valor é dos mais altos encontrados para apatitas provenientes de carbonatitos (Dutra & Formoso, 1991). No entanto, a baixa abundância desse mineral nas rochas originais (4,1% no glimmerito e 6,5% no carbonatito) não permite atribuir apenas a ele os teores de ETR. Outros minerais possivelmente portadores de ETR nas rochas estudadas são os carbonatos, a barita, o pirocloro e a perovskita.

A análise do conteúdo de ETR nos vários horizontes de alteração do perfil (Tabela 1) evidenciou um ligeiro aumento de  $TR_2O_3$  na passagem do horizonte rocha fresca para o saprolítico, concomitante com um aumento brutal de  $P_2O_5$ . Na passagem do horizonte saprolítico para o laterítico o  $P_2O_5$  cai e há um aumento substancial de  $TR_2O_3$ . O enriquecimento é

constante em direção ao topo do perfil até a base da cobertura superficial, onde esse teores apresentaram decréscimo. Não há fracionamento notável dos ETR nos horizontes de alteração, com relação à rocha fresca, o que pode ser observado pelo paralelismo das curvas de distribuição (Fig.1).

#### **A MONAZITA EM MATERIAL SILICIFICADO**

Foram coletadas três amostras do material extremamente silicificado na região central do complexo, de onde é explorado o nióbio. Esse material é semelhante ao descrito por Carvalho, 1974, na região denominada Córrego do Garimpo.

As amostras são de uma mineralogia bastante homogênea, composta por quartzo, barita, monazita e óxidos de ferro, com pequenas variações com relação à quantidade de óxido de ferro e ao grau de cristalização do quartzo. Encontram-se bastante afetadas pelo intemperismo, evidenciado por feições de dissolução e reprecipitação do quartzo e da barita, bem como pela formação de óxidos de Mn. A análise química indica teores de  $TR_2O_3$  entre 2,48 e 4,83%.

As cavidades do material silicificado são preenchidas por um mineral esverdeado identificado por difração de raios-X como monazita. Uma amostra desse mineral separada manualmente forneceu 50,55% de  $TR_2O_3$  com acentuada predominância do ETRL sobre os ETRP. Só La e Ce somam 87,5% desse total.

**DISCUSSÃO** - O comportamento dos ETR em perfis de alteração sobre carbonatito e glimmerito com acentuado enriquecimento em seus níveis superiores, é bem diferente daquele observado em outros litotipos. A explicação para isso reside na mineralogia peculiar dos horizontes de alteração sobre essas rochas: no saprolito, os ETR permanecem nos minerais concentrados residualmente pela dissolução dos carbonatos, como apatita e perovskita; na laterita, a apatita já sofreu dissolução, liberando o fósforo e os ETR, que cristalizaram-se como fosfatos aluminosos secundários. No horizonte de cobertura, composto de materiais do perfil de alteração misturados com material caulinitico alóctone, os teores de ETR ficam diluídos.

A ausência de fracionamento dos ETR com relação à rocha fresca, durante a alteração intempérica, observada em Catalão I, contraria a tendência

apontada na literatura, segundo a qual, dada a maior solubilidade dos complexos de ETRP, as ETRL ficam mais enriquecidas no material alterado. Uma possível explicação para isso é que na passagem rocha-fresca/horizonte saprolítico os ETR liberados pela dissolução dos carbonatos são lixiviados do perfil por falta de minerais neogenéticos capazes de incorporá-los. Os ETR que permanecem no perfil, concentrando-se residualmente, estão contidos apenas em minerais que resistiram ao intemperismo, principalmente a apatita. Por esse motivo o padrão de distribuição dos ETR no saprolito seria o mesmo da rocha fresca (Fig.1).

Já na laterita, a apatita entra em solução, liberando os ETR. Grande parte do fósforo é lixiviado do perfil, e o que permanece cristaliza-se como fosfatos aluminosos, que constituem armadilhas para os ETR. Nesse estágio os ETR teriam sido suscetíveis de fracionamento, o que, no entanto, parece não ter ocorrido.

A distribuição espacial do material silicificado rico em monazita, circunscrito a certas zonas do maciço, sugere mais uma origem hidrotermal que intempérica. Neumamm & Lápido - Loureiro (1993) também sustentam essa hipótese, apresentando o argumento adicional da presença de pirrotita associada a esse material.

Há, portanto, dois tipos de concentrações de ETR em Catalão I: um, de origem intempérica, estando esses elementos concentrados na forma de fosfatos aluminosos secundários neoformados nos níveis superiores do perfil de alteração, e outro, de origem hidrotermal, na forma de monazita associada a sillexitos.

#### **REFERÊNCIAS**

- Carvalho, W. T., 1974, 28<sup>o</sup> Cong. Bras. Geol. Porto Alegre, v.5, p.251-272.  
Duddy, I.R., 1980, Chem.Geology, 30:362-381.  
Dutra, C. V. & Formoso, M. L. L., 1991, 3<sup>o</sup> Cong. Bras. Geoq., v.1, p.640-646.  
Formoso, M. L. L.; Melfi, A. J. & Kronberg, B.L., 1989, Geoquímica dos elementos terras raras no Brasil. CPRM/DNPM/SBGq. p. 109-120.  
Imbernon, R. A. L., 1993, Dissertação de Mestrado-IG/USP. 132p.

Lapido - Loureiro, F. E. V. & Neumann, R., 1993, 4<sup>o</sup>  
 Cong. Bras. Geoq. p.142-143.  
 Nesbitt, H. W., 1979, Nature, 279(5710):206-210.

Neumann, R. & Lapido - Loureiro, F. E. V., 1993, 4<sup>o</sup>  
 Cong. Bras. Geoq., p.189-192.





		Teores (%)		$(La/Lu)_N$	MINERALOGIA
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	Cobertura	6,90	0,79	170	Caulinita, quartzo, magnetita, goethita, fosfatos de alumínio
	Laterita	4,20 - 4,80	1,30 - 1,92	185 - 287	Goethita, quartzo, fosfatos de alumínio
	Saprolito com estrutura conservada	20,0 - 31,2	0,56 - 0,75	183 - 396	Apatita, goethita, quartzo, magnetita, barita, anátasio
	Rocha fresca: Glimmerito	1,40	0,13	187	Flogopita, magnetita, apatita, carbonatos
	Carbonatito	2,70	0,32	530	Carbonatos, magnetita, olivina, flogopita

TABELA 1 - Dados analíticos para ETR (ppm), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (%), mineralogia e razões  $(La/Lu)_N$  para os horizontes de alteração do perfil.

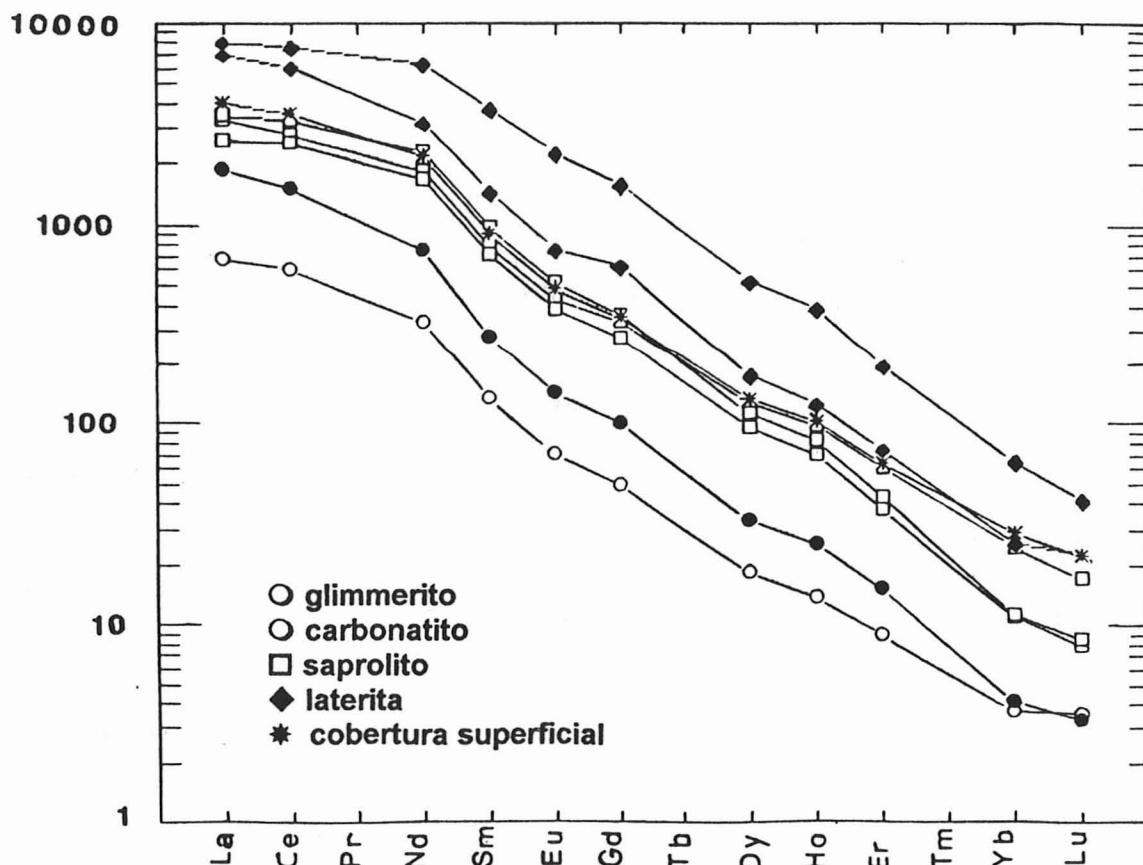


FIGURA 1 - Curvas para os teores de ETR, normalizadas para o condrito.