

**ASSINATURA EM ELEMENTOS TERRAS-RARAS (ETR) DO GRANITO
SERRA DO CARAMBEÍ (PARANÁ) E DAS ROCHAS ÍGNEAS ASSOCIADAS**

Cristina Valle Pinto-Coelho
Onildo João Marini

DEGEO/UnB/DF

ABSTRACT

The rare earth elements (REE) distribution patterns in igneous rocks of the Serra do Carambeí Granite area (Paraná) were a very important tool to elucidate the genetic processes and the cogenetic relationships between these rocks.

The porphyroid facies of the Cunhaporanga Granitoid Complex has a REE distribution pattern characterized by decreasing concentrations in direction to the heavy rare earth elements (HREE) and the smooth Eu negative anomaly, compatible with amphibole fractionation during the magma ascent and the incipient plagioclase fractionation.

The REE pattern of the Serra do Carambeí Granite is characterized by the strong Eu negative anomaly, by the light rare earth element (LREE) depletion and by the HREE increase. This shape of the REE patterns is frequently observed in French granites, according to French authors. However in the igneous rocks of the Serra do Carambeí Granite area this is not true.

"Rhyolite" dykes intrusives in the Serra do Carambeí Granite exhibit REE pattern similar to the wall rock, indicating then the same genetic processes.

The Castro Group rhyolites have REE patterns with decreasing concentrations in direction to the HREE and smooth Eu negative anomaly.

The REE distribution patterns is against the consanguinity between the "rhyolites" intruded in the Serra do Carambeí Granite and the rhyolites of the Castro Group and also between these rhyolites and the above mentioned Granite.

RESUMO

Espectros de elementos terras-raras (ETR) em rochas ígneas da região do Granito Serra do Carambeí (Paraná) forneceram subsídios quanto a seus processos de formação, filiação magmática e cogeneticidade.

A assinatura em ETR da fácies porfiróide dominante do Complexo Granítico Cunhaporanga, homogeneamente decrescente em direção às terras raras pesadas (TRP) e com suave anomalia negativa em Eu, é compatível com o fracionamento de anfibólio durante a ascensão do magma e com o fracionamento incipiente de plagioclásio.

O espectro exibido pelo Granito Serra do Carambeí, marcado por acentuado pico negativo em Eu, depleção em terras raras leves (TRL), aumento em TRP e conseqüente horizontalidade na curva de distribuição em ETR, seria, na concepção de autores franceses, indicativa de rochas graníticas mineralizadas em Sn e W. No granito em consideração tal hipótese não é válida, vez que, apesar de conter valores anômalos em Sn, o Serra do Carambeí é estéril, não exibindo transformações tardi/pós-magmáticas geradoras de mineralizações em Sn ou W.

"Riolitos" intrusivos no Granito Serra do Carambei exibem espectro enriquecido em TRP, semelhante ao de sua encaixante, indicando co-geneticidade entre ambos.

Riolitos cambro-ordovicianos do Grupo Castro mostram assinaturas em ETR com padrão decrescente no sentido das TRP e discreta anomalia negativa em Eu.

Assinaturas díspares depõem contrariamente à consangüinidade entre os "riolitos" intrusivos no Granito Serra do Carambei e os riolitos do Grupo Castro, bem como entre estes riolitos e aquele granito.

I. INTRODUÇÃO

A concentração em elementos terras-raras (ETR) das rochas da região do Granito Serra do Carambei (Paraná) foi obtida a partir da análise por espectrometria de plasma (ICP), realizada no Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM - França) e no GEOLAB/GEOSOL, Belo Horizonte.

Informações mais pormenorizadas acerca da geologia, petrologia e metalogenia das unidades referidas neste artigo podem ser obtidas em Pinto-Coelho (1986).

II. SITUAÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL

Na área circunvizinha ao Granito Serra do Carambei afloram unidades litológicas representadas pelo Complexo Granítico Cunhaporanga, de idade pré-cambriana, a seqüência vulcânica ácida eopaleozóica do Grupo Castro e os arenitos da Formação Furnas (Fig.1). Todo este conjunto encontra-se indiscriminadamente cortado por diques de rochas básicas relacionadas ao vulcanismo toleítico ocorrido em tempos jurássico-cretáceos. Na borda SW do granito em epígrafe ocorrem diques pouco espessos de "riolitos" com concentrações anômalas em radioelementos, além de outros elementos-traços, como Nb, Y, Zr, Sn e F.

As rochas ígneas ácidas aí aflorantes apresentavam inúmeras possibilidades de inter-relação genética, filiação magmática e de processos de formação. Estudos petrográficos, petroquímicos e, sobretudo, a análise do comportamento dos ETR permitiram elucidar grande parte desses processos.

II.1 - COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA

Constitui um batólito granítico regional intrusivo nos metassedimentos do Grupo Açungui. Sua fácies dominante exhibe megacristais de feldspato K róseo, com dimensões médias em torno de 3 cm, podendo, eventualmente, atingir 8 cm de comprimento, imersos em matriz mesocrática constituída mineralogicamente por plagioclásio, feldspato K, quartzo e máficos. Ao microscópio observa-se matriz com textura granular hipidiomórfica, localmente cataclástica, cuja mineralogia essencial se caracteriza por microclínio micropertitizado, geminado segundo Carlsbad e, ainda, com maclamento em grade, plagioclásio (An = 13-19) fortemente alterado para minerais micáceos (sericita?); quartzo em cristais xenomórficos com forte extinção ondulante; hornblenda em cristais maclados

*O termo "riolito" é empregado aqui para designar rochas ácidas altamente evoluídas, diferenciadas a partir do magma originário do Granito Serra do Carambei. Apesar de não se tratar de rochas vulcânicas, o termo foi mantido por não se encontrar correspondente na língua portuguesa para o que autores franceses (V.G. Charey, 1979) designam como *elvans*.

e textura poiquilítica e biotita intensamente cloritizada (penina). Minerais acessórios são titanita, epidoto, zircão, apatita, pirita, muscovita e, mais raramente, allanita, fluorita e carbonato (Pinto-Coelho, op.cit.).

Do ponto de vista de classificação petroquímica, estas rochas mostram grande variação composicional, plotando-se no campo de granito, quartzo-monzonito e granodiorito de Condie e Hunter (1976). Quimismo calco-alcalino (Wright, 1969) caracteriza todas as amostras analisadas.

II.2 - GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ

Representa um plúton litológica e estruturalmente homogêneo, inscrito no Complexo Granítico Cunhaporanga, com formato grosseiramente retangular alongado e disposto segundo direção NE-SW em área aproximada de 33 km². A única variedade litológica presente é um granito equigranular médio a grosseiro, isótropo, coloração rósea, com pequenas variações locais devidas, sobretudo, à superimposição de efeitos cisalhantes. Esta fácies magmática primária, representada pelo granito hololeucocrático, caracteriza-se pela presença de feldspato K microperlitizado, onde as pertitas exibem os mais variados padrões texturais, quartzo e porcentagem de biotita inferior a 5%, o que permite classificá-lo como alaskito. Acessoriamente ocorrem zircão, xenotima, ilmenita, apatita, pirita, magnetita martitizada, hematita, fluorita e titanita; minerais secundários são epidoto, clorita, muscovita e carbonato.

As características petrográficas do granito em discussão permitem enquadrá-lo no tipo "hypersolvus" de Tuttle e Bowen (1958), marcado pela existência de uma única fase feldspática. Sua composição modal coloca-o no campo 2 dos álcali-feldspato granitos de Streckeisen (1976); quimismo predominantemente alcalino (Wright, 1969) caracteriza o plúton.

II.3 - "RIOLITOS" INTRUSIVOS NO GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ

Na borda SW do Granito Serra do Carambeí e, mais raramente, no contato NE, ocorrem diques de rochas "riolíticas" que ostentam espessuras médias em torno de alguns poucos centímetros e máxima de 25 cm, com direções, por vezes, ortogonais entre si. São rochas holocristalinas, com estrutura isótropa, coloração castanha a acinzentada, textura porfirítica, representada por fenocristais de quartzo bipiramidal que atingem 0,5 cm de comprimento, imersos em matriz afanítica de composição quartzo-feldspática. Mostram quimismo predominantemente alcalino (Wright, 1969) e composição riolítica (Cox et al., 1979). São rochas com concentrações anômalas em U e Th, intimamente associadas ao granito hospedeiro. Em virtude da ocorrência próxima de riolitos do Grupo Castro, alguns autores consideravam-nos cogenéticos.

II.4 - RIOLITOS DO GRUPO CASTRO

Mostram colorações castanho-avermelhadas, matriz afanítica onde sobressaem fenocristais de quartzo piramidal com dimensões médias em torno de 0,5 cm, feldspato K caulirizado e biotita. Exibem, com frequência, vénulas preenchidas por calcedônia, crostas ferruginosas com composição hematítica e limonítica, além de vesículas com preenchimento por calcedônia, quartzo, fluorita e sulfetos.

Os riolitos do Grupo Castro ocorrem imediatamente a NW do Granito Serra do Carambeí, associados a sedimentos continentais imaturos e andesitos. Constituem as molassas do Ciclo Brasileiro de idade eopaleozóica.

O elevado grau de intemperismo destas rochas impediu a sua caracterização petroquímica.

III. ASSINATURA EM ELEMENTOS TERRAS-RARAS E IMPLICAÇÕES GENÉTICAS

III.1 - INTRODUÇÃO

Os recentes progressos no campo da geoquímica dos elementos terras-raras (ETR) têm-se mostrado de grande valia para a elucidação de processos múltiplos e complexos de formação de rochas, sobretudo aquelas de composição granítica. O aperfeiçoamento de novas técnicas analíticas, aliado ao estudo do comportamento destes elementos no que se

refere a fracionamento, partição entre minerais e mobilidade geoquímica, traz novos e importantes esclarecimentos sobre a história de cristalização e evolução de magmas graníticos, bem como sobre os diversos estágios vigentes durante a formação de concentrações minerais com interesse econômico.

A compreensão da geoquímica dos ETR em rochas granitoides intrusivas surge, pois, como notável ferramenta adicional na pesquisa da granitogênese, onde questões, até então obscuras, vão sendo gradativamente esclarecidas. O estabelecimento da composição do material parental, dos processos envolvidos na magmatogênese e sua evolução, além dos fenômenos de alteração hidrotermal, são alguns dos campos das ciências geológicas que mais contribuição têm recebido com o aperfeiçoamento da sistemática destes elementos.

Objetivando tais informações far-se-á, inicialmente, uma descrição sucinta a respeito do comportamento geoquímico e das principais características a respeito do comportamento geoquímico e das principais características dos ETR, que servirá como subsídio para a discussão, a posteriori, dos padrões de distribuição verificados nas rochas da área do Granito Serra do Carambeí.

III.2 - SISTEMÁTICA E COMPORTAMENTO DOS ETR

As terras-raras, ou lantanídeos, ocupam o grupo IIIB da tabela periódica, constituído por 15 elementos cujos números atômicos crescem do lantânio ($Z=57$) ao lutécio ($Z=71$) e os raios iônicos decrescem no mesmo sentido. O comportamento físico-químico semelhante existente entre estes elementos deve-se à sua valência eletrônica homogênea, ocorrendo na maioria das vezes no estado de oxidação +3, e à mudança gradual do raio iônico como função do número atômico (Taylor e Fryer, 1983). Em condições altamente oxidantes o Ce pode apresentar-se com valência +4 e, dependendo da fugacidade do oxigênio, Eu pode ocorrer em estado divalente (Galindo, 1985), daí seu comportamento anômalo com relação aos demais ETR.

A respeito do comportamento químico semelhante verifica-se certo grau de fracionamento entre estes elementos.

Os ETR com números atômicos inferiores e raios iônicos superiores nos ETR Eu são designados terras-raras leves (TRL) e aqueles com maiores números atômicos e raios iônicos menores são os chamados terras-raras pesadas (TRP). A variação gradual no raio iônico é acompanhada por uma crescente incompatibilidade no sentido do seu aumento, isto é, os coeficientes de distribuição (K_d) mineral/fusão tornam-se gradativamente menores para aqueles elementos com maior raio iônico. Em consequência, as TRL tendem a ser excluídas dos minerais formadores de rochas durante o processo ígneo, concentrando-se preferencialmente nas frações tardias da cristalização fracionada e nos líquidos residuais (Buma et al., 1971; Taylor e Fryer, op.cit.), sendo concentradas por apatita, titanita, monazita e allanita (Galindo, op.cit.).

As TRP, em virtude dos raios iônicos menores, são compatíveis com minerais como zircão, granada, anfibólio e piroxênio, ficando o líquido residual empobrecido nestes elementos (Nagasawa, 1970; Hanson, 1978).

Tem-se, desta maneira, o raio iônico/número atômico atuando como fator restritivo e controlador do coeficiente de distribuição dos ETR nos minerais formadores de rocha, onde cada mineral é responsável por um efeito característico no padrão de distribuição destes elementos numa fusão, agindo de maneira própria no processo de diferenciação. A permanência de dado mineral no resíduo durante a fusão parcial ou a sua remoção durante os estágios da cristalização fracionada traduz-se inequivocamente no espectro de ETR do líquido.

Os elementos trivalentes, cujos raios iônicos oscilam de 1,03 a 0,86 Å, podem substituir o Ca^{2+} (1,00 Å), U^{4+} (0,89 Å), Th^{4+} (0,94 Å), Zr (0,72 Å) e Y^{3+} (0,90 Å) (Henderson, 1984). Os cations menores, as TRP, entram preferencialmente nas posições do Ca^{2+} . O Eu^{2+} , com raio iônico de 1,17 Å, substitui Sr^{2+} particularmente em feldspatos (Schnetzier e Philpotts, 1970, in Taylor e Fryer, 1983). O Y^{3+} (0,90 Å) mostra comportamento geoquímico análogo ao das TRP, particularmente Ho (Hermann, 1970, in Taylor e Fryer, op.cit.). Dentre os minerais essenciais de rochas graníticas observa-se que os fônicos concentram principalmente as TRP e os sáficos as TRL (Galindo, 1983).

III. 3 - PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE ETR EM ROCHAS DA ÁREA DO GRANITO SERRA DO CARAMBEÍ

A concentração dos ETR em rochas da área do Granito Serra do Carambeí foi obtida a partir da análise por espectrometria de plasma (ICP) realizada por Laurent Le Bel (BRGM, França), nas amostras CV 08* e CV 12, e Cláudio Vieira Dutra (GEOLAB/GEOSOL) (amostras CV 23, CV 08, CV 17 e CV 30 B). Os valores numéricos acham-se na Tabela I. Informações técnicas pormenorizadas a respeito do método são encontradas em Dutra (1984).

O exame destes dados mostra que, ao contrário do que tem sido mencionado na literatura (e.g. Galindo, 1983), não ocorre aqui correlação positiva entre o somatório de ETR e o conteúdo em SiO_2 , nem tampouco o que foi preconizado por Emmermann et al. (1975), que rochas graníticas mais antigas são empobrecidas em ETR em relação às mais jovens.

Numa primeira análise geral, as assinaturas em ETR obtidas para as rochas aflorantes na área do Granito Serra do Carambeí revelam três tipos básicos de padrão de distribuição: um marcado por curva côncava e diminuição gradual das concentrações do La ao Lu, por vezes com anomalia negativa muito suave de Eu, referente a riolito do Grupo Castro (CV 28) (Figura 02) e a fácies porfiróide do Complexo Granítico Cunhaporanga (CV 30 B); outro padrão caracteriza-se, de maneira oposta, por aumento gradual das concentrações do La ao Lu e por forte anomalia negativa de Eu, relativo a "riolito" intrusivo no Granito Serra do Carambeí (amostras CV 08 e CV 08*). O terceiro padrão é marcado por concentrações de La ao Lu aproximadamente no mesmo patamar e por forte anomalia negativa de Eu, caracterizando as amostras CV 12 e CV 17 do Granito Serra do Carambeí.

De acordo com Bowden e Whitley (1974, in Emmermann et al., op. cit.), verifica-se íntima relação entre a química dos elementos maiores e a concentração em ETR em rochas graníticas, onde a forte diminuição em Eu caracteriza aquelas com composição alcalina e peralcalina e um padrão de distribuição homogêneo seria típico de rochas subalcalinas. Nas rochas em discussão esta relação não é confirmada, visto que ao quimismo alcalino definido para as mesmas associa-se tanto o padrão com marcante anomalia negativa de Eu, quanto o padrão côncavo com suave anomalia negativa. Outro ponto a ser mencionado é que rochas de composições químicas e natureza distintas, como o riolito do Grupo Castro e o Complexo Granítico Cunhaporanga, têm curvas de distribuição de ETR semelhantes entre si.

Anomalias negativas de Eu são típicas de rochas graníticas evoluídas e traduzem a atuação do feldspato na sua formação e evolução (McCarthy e Hasty, 1976). Frequentemente, a existência de tais anomalias é interpretada como indicativa da gênese da rocha por processos de diferenciação onde o Eu^{2+} substituiria o Ca^{2+} de plagioclásios formados durante os primeiros diferenciados, ficando o líquido empobrecido neste elemento. Entretanto o mesmo espectro de ETR, com forte diminuição em Eu, foi observado por Koljonen e Rosenberg (1974, in Fowler e Doig, 1983) e McCarthy e Kable (1978, in Fowler e Doig, op.cit.) em granitos derivados da anatexia de rochas metassedimentares. Segundo Fowler e Doig (op.cit.) e Taylor e Fryer (1983), anomalias negativas de Eu são devidas também à ação de fluidos tardios durante a cristalização de fusões graníticas.

A fugacidade de oxigênio características de rochas terrestres, o feldspato é a única fase relativamente enriquecida em Eu, sendo a sua incorporação feita como Eu^{2+} . Assim, a cristalização e separação intensiva de grande quantidade de feldspato faz-se necessária para o aparecimento de anomalias negativas de Eu (Buna et al., 1971; Cullers e Graf, 1984).

O padrão de distribuição de ETR exibido pelo Granito Serra do Carambeí caracteriza-se por acentuada diminuição de Eu, bem como pela horizontalidade do espectro (Figura 02A). A extensão da anomalia negativa é avaliada de acordo com a razão Eu/Eu^* fornecida pela Tabela I, onde Eu^* é a razão entre o teor de Eu encontrado e o esperado na sequência normal, ou seja, é a concentração de Eu dividida pela do Sm ou Gd.

A concentração média de 138 ppm para o granito em questão é inferior àquela estabelecida por Emmermann et al. (1971) para a concentra-

ção total de ETR em rochas graníticas — 250 ppm. De acordo com Le Bel (1984), o conteúdo destes elementos tende a aumentar quando a evolução granítica é controlada por feldspatos e a diminuir quando os minerais acessórios desempenham função dominante. Na amostra CV 17 nota-se maior teor em TRP em relação às TRP; em CV 12 verifica-se, com menor intensidade, o inverso, uma queda relativa em TRP. O grau de fracionamento $(La/Yb)_N$ é, em consequência, maior na primeira amostra (Tabela I). Estas diferenças podem ser atribuídas ao tipo e à ordem de fases mineralógicas fracionadas durante a evolução do plúton. O ligeiro enriquecimento relativo em TRP, observado na amostra CV 12, pode dever-se ao fato de que esta rocha se acha em contato com "riolitos", onde o aumento destes elementos é notável, conforme será comentado adiante.

A forma do padrão de distribuição em ETR verificada no Granito Serra do Carambei é, na concepção de Le Bel (1984) e Le Bel et al. (1984), própria de granitos mineralizados em Sn e W, consistindo, juntamente com a razão $(La/Yb)_N \approx 1,0$, em critério seguro de prospecção para estes elementos. Segundo os autores supramencionados, o espectro marcado pela diminuição das TRP, pelo aumento relativo das TRP e pela forte anomalia negativa de Eu, independentemente da abundância total de ETR, quando plotado em gráfico $(La/Yb)_N$ versus ΔEu , ocupa o campo definido por $(La/Yb)_N < 2$ e $\Delta Eu > 5$. A utilização destes parâmetros para o Granito Serra do Carambei e "riolitos" intrusivos (Tabela I e Figura 03) não constitui um indicador metalogenético confiável, pois, apesar de as amostras plotarem-se dentro dos intervalos estabelecidos por Le Bel (1984) e terem teores médios anômalos de Sn (Granito Serra do Carambei: $x = 19,6$ ppm e "riolitos": $x = 163,1$ ppm) (Pinto-Coelho, 1986), não foram constatadas mineralizações deste elemento na área, corroborando desta maneira que elevados teores de Sn e assinatura em ETR característica, embora típica de rochas graníticas especializadas, não implicam, necessariamente, potencialidade estanífera. Apesar de não apresentarem elevados teores de Sr, riolitos do Grupo Castro e a fácies porfiróide do Complexo Granítico Cunhaporanga foram plotados no gráfico da Figura 03 apenas para comparação, uma vez que os valores de $(La/Yb)_N$ calculados foram dos limites concebidos por Le Bel (op.cit.).

Os "riolitos" intrusivos no Granito Serra do Carambei exibem espectro de ETR algo semelhante ao da sua encaixante (Figura 02B), sendo notável pelas o enriquecimento em TRP. A razão $(La/Yb)_N$ é inferior à do granito, indicando, provavelmente, maior intensidade de alteração metassomática nestas rochas, com inversão da abundância relativa de TRP e TRP. A intensidade da anomalia negativa de Eu é aproximadamente constante no conjunto "riolito"/granito.

O forte enriquecimento em TRP nestes "riolitos", tardios dentro do ciclo magmático evolutivo, é compatível com a presença de zircão, cujo efeito é o aumento das TRP. Deve ser lembrado, ainda, o elevado teor de Y nestas rochas ($x = 204,5$ ppm), elemento que apresenta comportamento geoquímico análogo ao das TRP e que poderia explicar, juntamente com o zircão, tal espectro.

Outro parâmetro a considerar nos casos dos "riolitos" em apreço é a mobilidade dos ETR em presença de fluidos num sistema meteórico-hidrotermal. De acordo com Taylor e Fryer (1983), em depósitos do tipo Cu-Mo pórfiro, nota-se, nas regiões mineralizadas, espectro marcado por enriquecimento moderado em TRP e forte enriquecimento em TRP, evidenciando, portanto, a importância de ions complexantes como F^- e /ou CO_3^{2-} no transporte do metal. Uma vez que a concentração em F nos "riolitos" é considerável e a presença de carbonatos em lâmina delgada é freqüente, deve-se ter em mente o desempenho dos ions em questão na distribuição e fracionamento dos ETR, bem como na concentração de urânio.

A transferência de voláteis de granitos para "riolitos" é evidenciada pela diminuição gradual da razão $(La/Yb)_N$, contribuindo assim para o fracionamento dos lantanídeos (Le Bel et al., 1984), o que, nas rochas em estudo, está representado pelo decréscimo de 2,15 a 0,08 nesta razão.

O comportamento dos ETR nas litologias acima citadas é essencialmente o mesmo, atestando, assim, que os processos envolvidos na sua gênese evoluíram de maneira semelhante. Diferenças menores devem-se, tão-somente, a mudanças nas condições gerais como fO_2 , quantidade de

minerais fracionados controlando o conteúdo total em ETR e ordem de fracionamento.

O padrão de distribuição de ETR para rochas da fácies porfiróide do Complexo Granítico Cunhaporanga é mostrado na Figura 02C. Tal espectro apresenta padrão homogêneo decrescente em direção às TRP e anomalia negativa de Eu muito suave. Conforme Sial (1964), este padrão é, com frequência, observado em rochas onde se deu o fracionamento de anfibólio durante a ascensão do magma, levando assim à depleção em TRP. Deveria ocorrer, entretanto, uma concavidade mais evidente, com mínimo em torno do Dy para melhor caracterizar a importância deste mineral, uma vez que o mesmo concentra, preferencialmente, este elemento. Tal padrão não é observado na rocha em questão, o que, em absoluto, não exclui o fracionamento do anfibólio na evolução do magma, porém conduz à possibilidade de outras fases mineralógicas, como zircão, serem responsáveis pelo espectro. A anomalia negativa de Eu, embora muito discreta, confirma o fracionamento incipiente de plagioclásio (Cullers e Graf, 1964). Os elevados teores em TRL, característicos de rochas crustais (Buma et al., 1971), estariam a indicar a existência de uma fonte originalmente enriquecida nestes elementos, visto que nenhum fracionamento cristal-líquido aumentaria desta maneira a concentração em TRL do líquido residual (Sial, op.cit.).

Conforme Emmermann et al. (1975) e Allégre et al. (1977), rochas graníticas caracterizadas por porcentagens modais de plagioclásio superiores às de feldspato potássico são marcadas por padrão de distribuição em ETR com formato côncavo, como é o caso do Complexo Granítico Cunhaporanga. Aquelas nas quais o feldspato K excede o plagioclásio exibem anomalias negativas de Eu, à semelhança do que se verifica no Granito Serra do Carambei.

As diferenças marcantes nas assinaturas em ETR do Granito Serra do Carambei e de sua encaixante, o Complexo Granítico Cunhaporanga, permitem inferir processos genéticos e evolutivos distintos para estes dois corpos.

Riolitos do Grupo Castro têm espectro de ETR (Figura 02D), grosso modo, semelhante ao observado para o Complexo Granítico Cunhaporanga, a despeito das significantes variações químicas e mineralógicas observadas e da impossibilidade de se estabelecer qualquer vínculo genético entre ambos, por estarem separados no tempo geológico em aproximadamente 200 m.a. De todas as rochas estudadas, os riolitos cambro-ordevicianos do Grupo Castro são os que apresentam maiores concentrações em ETR (322,62 ppm), bem como a maior razão $(La/Yb)_N$ igual a 69,4.

Não obstante as particularidades observadas, ficam evidentes os seguintes aspectos: 1) a consangüinidade entre o Granito Serra do Carambei e os "riolitos" associados, estes mais evoluídos, e 2) assinaturas completamente díspares que depõem contrariamente à consangüinidade seja entre os "riolitos" intrusivos no referido granito e os riolitos do Grupo Castro, seja entre aquele granito e estes riolitos, invalidando, conseqüentemente, as afirmações de Maack (1947) e Coutinho (1955) que consideram consangüíneas as rochas graníticas da fase final da orogenia brasileira e as efusivas ácidas do Grupo Castro.

IV. CONCLUSÕES

A partir do exposto nos itens precedentes, têm-se as seguintes conclusões preliminares: 1) apesar de o Granito Serra do Carambei mostrar espectro em ETR caracterizado por diminuição nas TRL, aumento relativo das TRP e anomalia negativa em Eu e exibir concentrações médias anômalas de Sn, não foram constatadas mineralizações; 2) constata-se a consangüinidade entre o Granito Serra do Carambei e "riolitos" associados, estes metassomaticamente mais evoluídos, e 3) assinaturas completamente díspares depõem contrariamente à consangüinidade seja entre os riolitos do Grupo Castro, seja entre aquele granito e estes riolitos.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEGRE, C.J.; TREUIL, M.; MINSTER, J.F.; MINSTER, B.; ALBAREDE, F. - 1977 - Systematic use of trace element in igneous process. *Contrib. Mineral. Petrol.* (60):57-75.

- BUMA, G.; FREY, F.A.; WONES, D.R. - 1971 - New England granites: trace element evidence regarding their origin and differentiation. *Contr. Mineral.Petrol.* (31):300-320.
- CHAROY, B. - 1979 - Définition et importance des phénomènes deutériques et des fluides associés dans les granites: conséquences métallogéniques. *Sciences de la Terre; Mém.*, 37, 364 p.
- CONDIE, K.C.; HUNTER, D.R. - 1975 - Trace element geochemistry of archaean granitic rocks from Barberton region, South Africa. *Earth Plan.Science Lett.* (29):389-400.
- COUTINHO, J.M.V. - 1955 - Geologia e petrologia da região de Piraí do Sul, Paraná. *Bol.Soc.Bras.Geol.* (4):49-65.
- COX, K.G.; BELL, J.D.; PANKHUPST, R.J. - 1979 - The interpretation of igneous rocks. Ed. By George Allen & Unwin, London. 450 p.
- CULLERS, R.L.; GRAF, J.L. - 1984 - Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediate and silicic rocks-ore petrogenesis. in Henderson, P. (ed.). *Rare earth element geochemistry.* p. 275-316.
- DUTRA, C.V. - 1984 - Método para determinação de traços e sub-traços de terras-raras em rochas por espectrometria de plasma (ICP) - aplicação em petrogênese. in Congr.Bras.Geol., XXXIII, Rio de Janeiro, 1984. *Anais. Soc.Bras.Geol.* p.4792-4805.
- EMMERMANN, R. - 1975 - Petrologic significance of rare earths distribution in granites. *Contr.Mineral.Petrol.* (52):267-283.
- FOWLER, A.D.; DOIG, R. - 1983 - The significance of europium anomalie in the REE spectra of granites and pegmatites, MountLaurier, Quebec. *Geochim.Cosmochim.Acta* (47):1131-1137.
- GALINDO, A.C. - 1983 - Elementos terras raras em granito: concentração e padrão de distribuição. *Bol.CCE/UFRN* (7):1-7.
- HANSON, G.V. - 1978 - The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. *Earth Plan.Sc. Lett.* (38):26-43.
- HENDERSON, P. - 1984 - Rare earth element geochemistry. Ed.Developments in Geochemistry, 2. Elsevier Publishers, B.V. 510 p.
- LE BEL, L. - 1984 - Are REE signatures a suitable tool for Sn-W and associated metals granites prospection? Extended Abstract at the First Meeting of the CEE contact group. inédito.
- LE BEL, L.; COCHERIE, A.; BOSSI, Ph. - 1983 - Evolution des granitoïdes et phase fluide. *Compte rendu de fin d'étude, G.I.S. - S.R.G.M. - C.G.R.S. - C.N.S.C.M.* Orléans, France, 32 p. inédito.
- LE BEL, L.; LI, Y.; SHENG, J. - 1984 - Granitic evolution of the Xihuashan-Dang-ping (Jiangxi, China) Tungsten-bearing system. 32 p. inédito.
- MAACK, R. - 1947 - Breves notícias sobre a geologia do Paraná e Santa Catarina. *Arq.Biol.Tecn.* (II):Art.7, p.63-154.
- MCCARTHY, T.S.; HASTY, R.A. - 1976 - Trace element distribution pattern and their relationship to the crystallization of granitic melts. *Geochim.Cosmochim.Acta* (40):1351-1358.
- NAGASAWA, H. - 1970 - Rare earth concentrations in zircons and apatites and their host dacites and granites. *Earth Plan.Sci.Lett.* (9):359-364.
- PINTO-COELHO, C.V. - 1986 - O Granito Serra do Carambei (Paraná) e as anomalias uraníferas associadas. Tese de Mestrado - Univ.Brasília - Depto.Geociênc. 309 p. inédito.
- SIAL, A.N. - 1984 - Litogeoquímica de elementos terras-raras na caracterização de granitoïdes do espaço Cachoeirinha, Nordeste do Brasil. in: Congr.Bras.Geol., XXXIII, Rio de Janeiro, 1984, *Anais. Soc.Bras. Geol.* p.2697-2709.
- STRECKEISEN, A. - 1976 - To each plutonic rock its proper name. *Earth Sc.Rev.* (12):1-33.
- TAYLOR, R.P.; FRYER, S.J. - 1982 - Rare earth element geochemistry as an aid to interpreting hydrothermal ore deposits. in: A.M. Ewans, ed. *Metalization Associated with Acid Magmatism.* p.357-365.
- TUTTLE, O.P.; BOWEN, N.L. - 1958 - Origin of granite in the light of experimental studies in the system $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. *Geol.Soc.Am.Memoir* (47):152 p.
- WRIGHT, J.B. - 1969 - A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. *Geol.Mag.*(106):370-394.

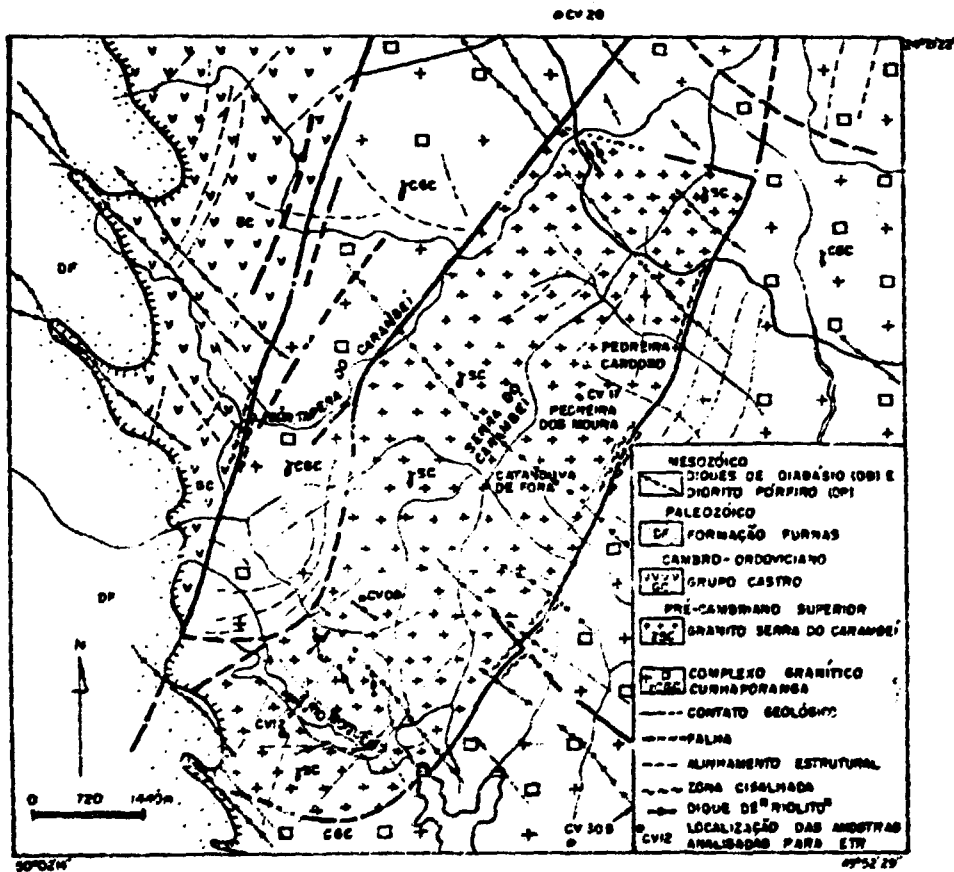
TABELA I. Concentrações em óxidos (Z) e em elementos terras-raras (ppm) de riolito do Grupo Castro (CV 28), "riolito" intrusivo no Granito Serra do Carambei (CV 08 e CV 09*), Granito Serra do Carambei (CV 12 e CV 17) e Complexo Granítico Cunhaporanga (CV 30 B)

AMOSTRA	ELEMENTO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	La	Ce	Nd	Sm
CV28		73,20	16,84	1,54	0,12	0,12	0,28	0,02	0,33	0,01	88,23	144,70	61,50	12,67
CV08		81,68	9,32	1,55	1,85	0,13	<0,10	0,48	3,02	0,14	9,29	29,70	11,25	6,96
CV08*		-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,17	30,70	9,44	8,19
CV12		-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,92	13,33	6,71	3,33
CV17		76,93	12,42	0,50	0,90	0,29	0,03	4,34	4,19	<0,01	41,51	83,54	37,81	16,22
CV30B		62,67	17,78	1,44	1,04	1,04	0,26	3,66	4,00	0,07	63,48	126,40	57,05	12,49

AMOSTRA	ELEMENTO	Eu	Gd	Dy	Hg	Er	Tm	Yb	Lu	ΣTR	(La/Yb) _N	Eu*/Eu	Eu/Eu*
CV28		0,37	6,37	3,14	6,76	1,64	1,32	0,84	0,14	325,62	69,40	2,04	0,48
CV08		0,13	8,32	29,63	8,40	29,70	6,26	42,62	6,41	185,89	0,14	20,10	0,05
CV08*		0,17	8,82	32,12	-	29,96	-	49,75	7,03	181,35	0,08	16,20	0,03
CV12		0,07	4,00	8,04	-	5,29	-	6,39	0,90	36,98	0,73	17,90	0,05
CV17		0,22	16,08	19,73	4,68	13,30	2,36	12,96	1,88	252,29	2,15	28,60	0,03
CV30B		2,28	7,29	4,42	0,87	2,15	0,28	1,58	0,23	282,52	27,70	2,06	0,48

As amostras CV 08* e CV 12 foram analisadas por Laurent Le Bel (BRGM-França); as demais, por Cláudio Vieira Dutra (GEOLAB-GEOSOL - Belo Horizonte). Os óxidos foram determinados por Geraldo R. Boaventura (Laboratório de Geoquímica da Universidade de Brasília - GEO/UnB), empregando-se a seguinte metodologia:

- espectrofotometria absoluta: SiO₂, Al₂O₃,
- fotometria de chama/absorção atômica: Na₂O, K₂O,
- absorção atômica: Fe₂O₃, MnO,
- titrimetria: FeO, CaO, MgO.



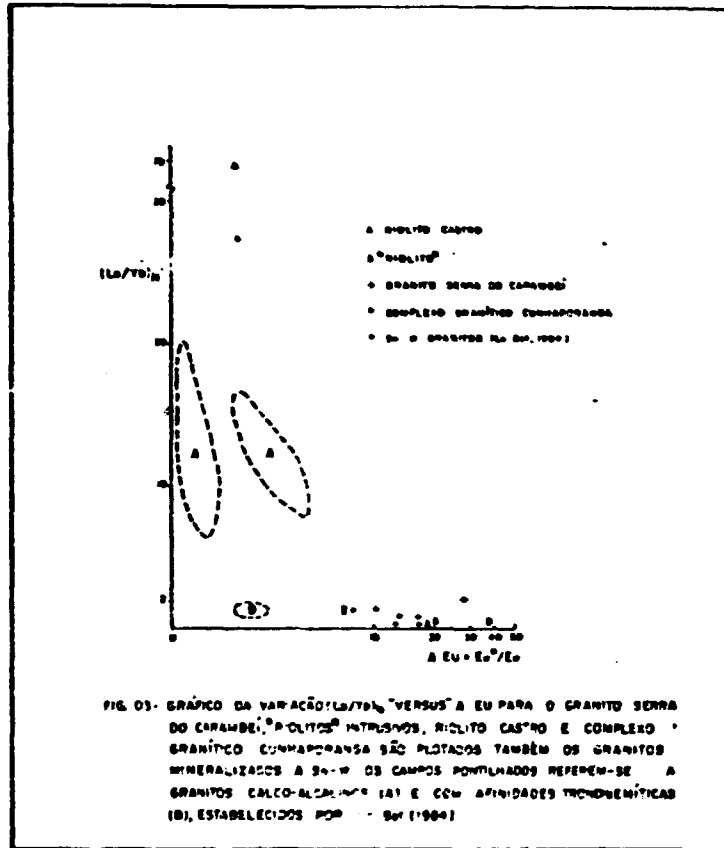


FIG. 03- GRÁFICO DA VARIAÇÃO $(La/Th)_D$ VERSUS $A Eu = Eu^{2+}/Eu^{1+}$ PARA O GRANITO SERRA DO CARABÊ, RIO LITO INTRUSIVO, RIO LITO CASTRO E COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA SÃO PLOTADOS TAMBÉM OS GRANITOS MINERALIZADOS A 34-W OS CAMPOS PONTILHADOS REFEREM-SE A GRANITOS CALCIO-ALCALINOS (A) E COM AFINIDADES TRONDHJENÍTICAS (B), ESTABELECIDOS POR ... (1984)

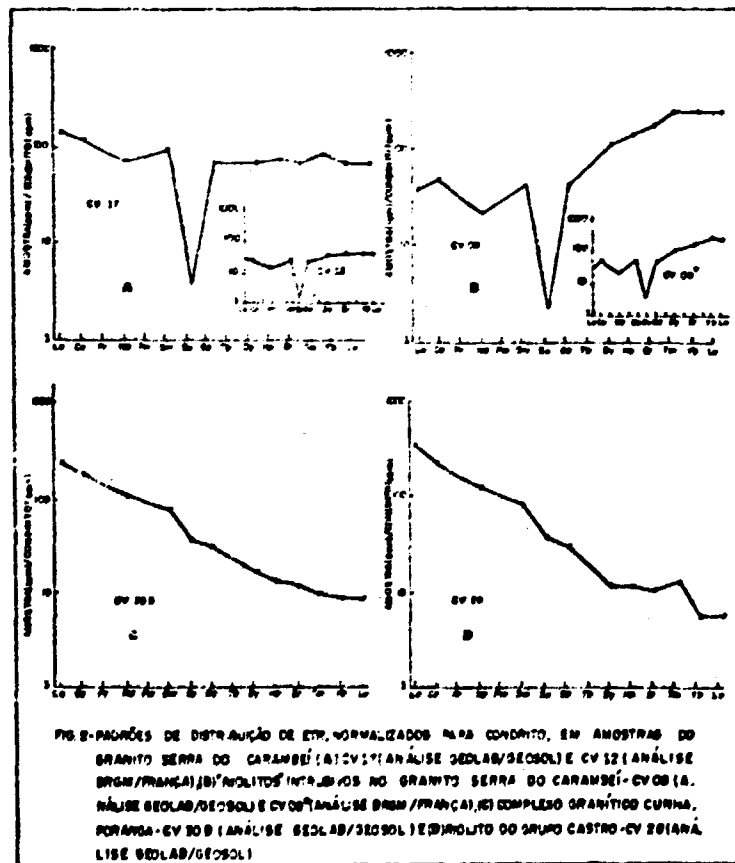


FIG. 04- PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE STR NORMALIZADOS PARA CONDITO, EM AMOSTRAS DO GRANITO SERRA DO CARABÊ (A) CV 17 (ANÁLISE SEDLAB/GEOSOL) E CV 12 (ANÁLISE BRGM/FRANÇA) (B) RIO LITO INTRUSIVO NO GRANITO SERRA DO CARABÊ- CV 20 (ANÁLISE SEDLAB/GEOSOL) E CV 21 (ANÁLISE BRGM/FRANÇA) (C) COMPLEXO GRANÍTICO CUNHA, PORANGA- CV 203 (ANÁLISE SEDLAB/GEOSOL) (D) RIO LITO DO GRUPO CASTRO- CV 202 (ANÁLISE SEDLAB/GEOSOL)