



## ASPECTOS GEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITÓIDES DO COMPLEXO GRANÍTICO CUNHAPORANGA, SUL DO BRASIL

G.B. GUIMARÃES<sup>1</sup> & H.H.G.J. ULBRICH<sup>2</sup>

1. gburigos@usp.br - Depto. de Geociências, Univ. Est. Ponta Grossa (Paraná)/Programa de Pós-Graduação em Mineralogia e Petrologia, IG-USP

2. hulbrich@usp.br - Depto. de Mineralogia e Geotectônica, IG-USP

### INTRODUÇÃO

O Complexo Granítico Cunhaporanga (Oliveira, 1916; Algarte & Kaefer, 1972) situa-se integralmente no estado do Paraná, sul do Brasil, ocupando uma superfície aflorante da ordem de 2500-3000 km<sup>2</sup>. Constitui-se predominantemente de rochas granitoides variadas, contando ainda com septos de rochas metamórficas interpretadas como "tetos-pendentes", com destaque para os metarenitos e metarcósios do "Quartzito Serra das Pedras". A unidade orienta-se segundo N30E, tendo a leste as rochas de baixo grau metamórfico da Faixa Itaiacoca, na qual é intrusiva. Para oeste faz contato, em parte tectônico, com a bacia vulcano-sedimentar molássica do Grupo Castro. A norte e a sudoeste o Complexo é coberto pelos arenitos siluriano-devonianos da Formação Furnas (bacia do Paraná).

O conhecimento sobre o Complexo Cunhaporanga é precário, fundamentado em trabalhos gerais de reconhecimento. Os dados geocronológicos, ainda não definitivos, sugerem uma idade neoproterozóica para o conjunto, o qual representaria a raiz de um arco magmático gerado durante o ciclo Brasileiro (e.g., Soares, 1987; Reis Neto, 1994).

Este trabalho apresenta resultados parciais de um estudo mais amplo do Complexo Cunhaporanga, no qual estão sendo empregadas as seguintes técnicas: mapeamento geológico; análise de mapas aerogeofísicos; caracterização petrográfica, geoquímica e da susceptibilidade magnética dos granitoides; análises químicas de minerais; e determinações isotópicas e geocronológicas.

Os dados geoquímicos aqui discutidos foram obtidos no Laboratório de Química e Plasma ICP-AES (elementos maiores, menores e os traços Sr, Ba, Y, V, Zr, Zn) e no Laboratório de Fluorescência de Raios X (Sc, Cr, Ni, Ga, Rb, Nb, La, Ce, Nd, Th, U e F em pastilha prensada) do Departamento de Mineralogia e Geotectônica do IG-USP. Os procedimentos analíticos utilizados estão descritos em Janasi *et al.* (1995; ICP-AES) e Mori *et al.* (1999; FRX).

### TIPOS PETROGRÁFICOS

As rochas graníticas do Complexo Cunhaporanga são extremamente variadas do ponto de vista petrográfico. Assim, com base em critérios texturais (rocha equigranular ou porfirítica) e de ocorrência ou não dos minerais anfibólio, biotita, titanita e muscovita, foram identificados os seguintes tipos petrográficos: *titanita anfibólio biotita granitoides*, *titanita biotita granitoides*, *biotita granitoides* (sem titanita), *muscovita biotita granitoides* (muscovita primária), *leucogranitos* (essencialmente álcali-feldspato granitos hololeucocráticos, "alasquíticos", correspondentes aos Granitos Joaquim Murtinho e Serra do Carambeí), *granitoides pórfiros com anfibólio e granitoides*

*pórfiros com biotita* (sem anfibólio). Alguns dos pórfiros possuem matriz fina a afanítica e portanto são, antes que granitoides, dacito e riolito pórfiros. Porém, dada a similaridade composicional, foram agrupados na categoria dos granitoides pórfiros. Dados modais de granitoides de todo o Complexo estão representados na Figura 1.

### COMPORTAMENTO GEOQUÍMICO DOS GRANITÓIDES

Existe uma *correlação negativa* marcante entre SiO<sub>2</sub> e os óxidos Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO (Fig. 2) e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (total), também destacada por outros indicadores de evolução (e.g., índice de diferenciação DI vs. óxidos; índice de Larsen, etc.). O mesmo comportamento ocorre em diagramas da maior parte dos elementos traços e menores (e.g., TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Ba, Sr e V). Os diagramas de variação identificam os leucogranitos de Carambeí e Joaquim Murtinho como rochas anômalas, pobres em Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (< 12%), CaO, MgO, Ba, Sr e V e enriquecidas em sílica (por vezes com mais de 76% de SiO<sub>2</sub>).

Estas rochas caracterizam-se, no diagrama K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub> (Fig.3), por teores marcantes de potássio (normalmente > 4%; tipo "alto K" de Le Maitre *et al.*, 1989), definindo um padrão comum a granitos cálcio-alcálicos de alto K (em parte shoshoníticos). Os teores maiores aparecem nas amostras JGA-41E e JGA-41, respectivamente um enclave com titanita-hornblenda-biotita e o seu hospedeiro, com K<sub>2</sub>O em torno de 5%, além do enclave com titanita-biotita IT-95E, com quase 7% de K<sub>2</sub>O.

O diagrama do Zr é complexo. Aparece uma tendência geral de empobrecimento com o aumento da sílica, com exceção da maior parte das amostras de leucogranitos Carambeí e Joaquim Murtinho, detentoras dos maiores valores absolutos obtidos para o Complexo. Estes granitoides possuem também as maiores quantidades de Rb, Nb, Ce e Y.

As explicações mineralógico-químicas que podem ser aplicadas aos padrões exibidos nos diagramas de variação são:

A. É sintomática a variação nos teores de Al. Nas rochas menos evoluídas, são quatro os principais minerais com Al: plagioclásio, feldspato alcalino (= FK), hornblenda e biotita. Estas rochas mostram também, em geral, índices de cor maiores (tipicamente > 10 ou > 12). Nas rochas mais evoluídas, diminuem os minerais máficos, desaparecendo a hornblenda, e ao mesmo tempo decresce também o teor de An (relação catiônica Al:Si de 1:1) nos plagioclásios: portanto, estes dois fatores fariam diminuir o teor de Al nas rochas. Por outro lado, aumentam consideravelmente os teores de FK e de albita, que constituem quase 2/3 das rochas mais evoluídas; embora nesses dois minerais as relações catiônicas Al:Si sejam de



apenas 1:3, o incremento modal dessas duas fases deve contrapor-se à diminuição do Al total. A explicação para o decréscimo sistemático do Al é que o aumento de  $\text{SiO}_2$  na rocha traz, ao mesmo tempo, incrementos maiores nos teores modais de quartzo quando comparados aos de FK e de oligoclásio, suficientemente marcados para desenhar a correlação negativa entre estes dois elementos.

**B.** As diminuições nos teores de Fe (total), Mg, Ti e V estão ligadas ao empobrecimento em minerais máficos primários hornblenda, biotita, ilmenita-magnetita e titanita. Com efeito, os leucogranitos, muscovita-biotita granitos e alguns dos biotita granitos mostram teores mínimos de quase todos estes elementos.

**C.** O decréscimo nos teores de P está ligado ao desaparecimento gradativo de apatita.

**D.** As diminuições nos teores de Ba (ver Tabela 1) e Sr estão ligadas ao ingresso, em escala cada vez menor, no FK (Ba) e no plagioclásio (Sr); dados de química mineral mostram que a biotita coexistente não contém quantidades apreciáveis de Ba. A forte correlação negativa entre Sr e Si tem a ver com a diminuição nos teores de Ca, que em granitos mais evoluídos formam principalmente a molécula de anortita dos plagioclásios, neste caso oligoclásio progressivamente mais sódico. Este incorpora menor teor de Sr (e de Ca) que um plagioclásio mais cálcico ( $\text{An}_{25-35}$  ou superior para os titanita anfibólio biotita granitoides).

**E.** O decréscimo em Zr com o aumento de  $\text{SiO}_2$  é majoritariamente controlado pela diminuição nos teores modais de zircão. A explicação do incremento em Zr para os leucogranitos Carambeí e Joaquim Murtinho (acompanhado da cristalização de zircões morfologicamente distintos daqueles encontrados em outros tipos de granitoides do Complexo), deve estar relacionada a outras causas. Uma possível explicação poderia ser a elevada solubilidade do Zr em magmas ricos em voláteis como o flúor. Com efeito, estas rochas podem alcançar teores de F entre 2500 e 7000 ppm (consequentemente com quantidades apreciáveis de fluorita), ao passo que os demais granitoides possuem quase sempre menos de 1400 ppm de F.

### CONSIDERAÇÕES PETROGENÉTICAS

Os dados geoquímicos parecem indicar a existência de pelo menos duas linhagens geoquímicas-petrogenéticas diferentes para as rochas granitoides do Complexo Cunhaporanga. Uma primeira é tipicamente cálcio-alcálica, provavelmente controlada por um processo contínuo ou intermitente de fracionamento por separação de cristais. Esta linhagem relacionaria os granitoides menos (com titanita anfibólio biotita) e mais evoluídos (com biotita), além de incluir os pórfiros, embora estes sejam manifestações magmáticas tardias. Os tipos com muscovita e biotita são especiais, provavelmente derivados dos biotita granitoides por assimilação de rochas encaixantes metassedimentares.

Nitidamente dissociadas da evolução por cristalização fracionada dos tipos granitoides acima mencionados estão as manifestações magmáticas de uma segunda linhagem leucogranítica, cujos melhores representantes são os corpos tardios Serra do Carambeí e Joaquim Murtinho.

Do ponto de vista geoquímico e geológico os granitoides da linhagem cálcio-alcálica são similares aos tipos "I" citados na literatura, enquanto que os leucogranitos guardam várias semelhanças com granitoides do tipo "A" (e.g., White, 1992). O uso de diagramas de discriminação geotectônica (Fig. 4) aparentemente confirma o quadro acima exposto. As rochas da primeira linhagem seriam formadas em ambiente de arco vulcânico, enquanto que a localização dos granitoides da segunda linhagem no campo dos granitos intra-placa mostra-se compatível com seu posicionamento tardio no quadro evolutivo do Complexo Cunhaporanga.

### AGRADECIMENTOS

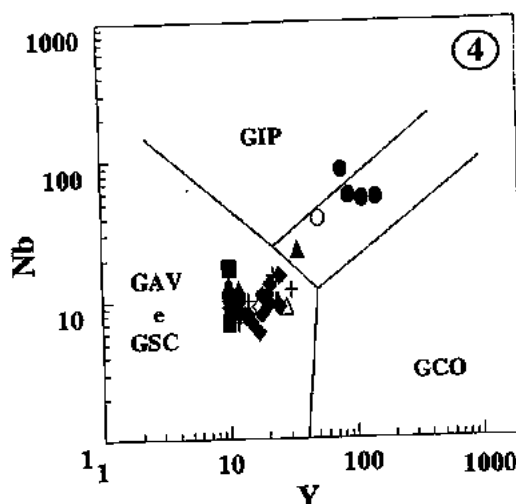
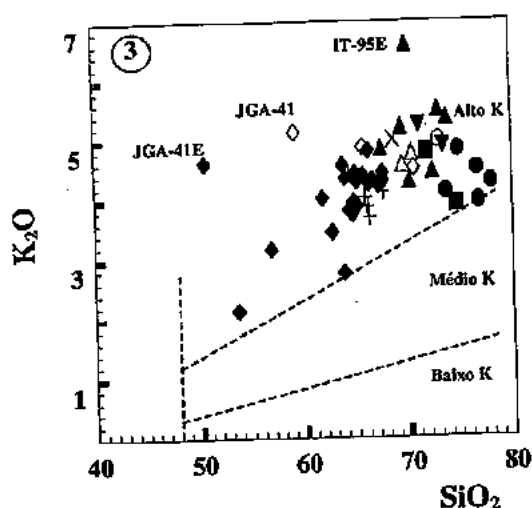
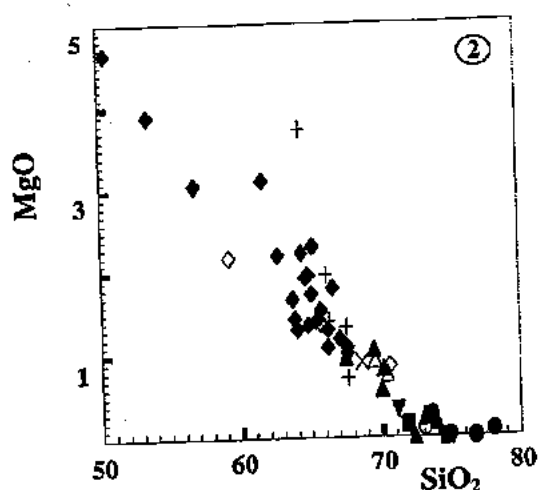
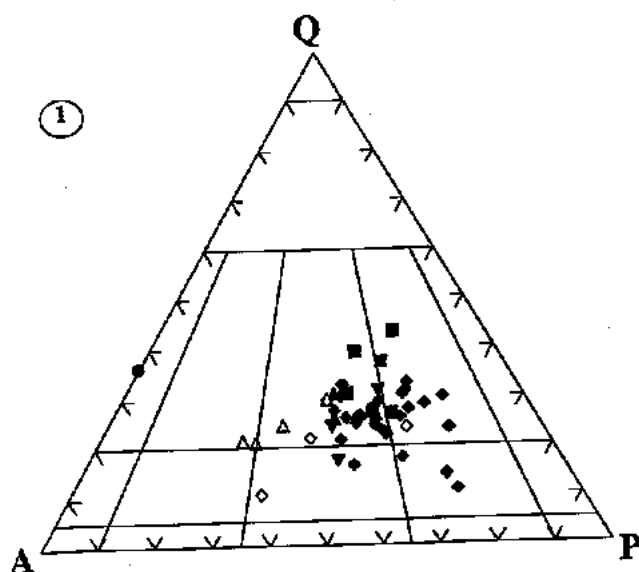
G.B. Guimarães agradece à CAPES e à UEPG a concessão de bolsa de doutoramento dentro do programa PICD-CAPES. Os trabalhos de campo e de laboratório foram financiados com auxílio da FAPESP (beneficiário H. Ulbrich).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALGARTE, J.P. & KAEFER, L.Q. (1972) Folha de Itararé. Relatório geológico preliminar. São Paulo, DNPM-CPRM, vol. I, 180 p.
- JANASI, V.A.; ANDRADE, S.; ULBRICH, H.H.G.J. (1995) A correção do *drift* instrumental em ICP-AES com espectrômetro sequencial e a análise de elementos maiores, menores e traços em rochas. Bol. IG-USP, Sér. Cient., 26: 45-58.
- Le MAITRE, R.W. (ed.) (1989) A classification of igneous rocks and glossary of terms. Oxford, Blackwell, 193 p.
- MORI, P.; REEVES, S.; CORREIA, C.T.; HAUKKA, M. (1999) Development of a fused glass disk XRF facility to complement the pressed powder pellet technique at the Instituto de Geociências, São Paulo University. Manuscrito, Laboratório de FRX, Instituto de Geociências, 12 p.
- OLIVEIRA, E.P. de (1916) Geologia do Estado do Paraná. Rio de Janeiro, Bol. do Min. da Agr., Ind. e Com., 5(1): 67-143.
- PEARCE, J.A.; HARRIS, N.B.W.; TINDLE, A.C. (1984) Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journ. of Petrol., 25: 956-983.
- REIS NETO, J.M. (1994) Faixa Itaiacoca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozóico. Tese de Doutorado (inédita). São Paulo, Instituto de Geociências-USP, 255 p.
- SOARES, P.C. (1987) Sequências tecto-sedimentares e tectônica deformadora no centro-oeste do escudo paranaense. In: Simp. Sul-Bras. Geol., 3, Curitiba, SBG, Atas., 2: 743-771.
- STRECKEISEN, A. (1976) To each plutonic rock its proper name. Earth-Sci. Rev., 12: 1-33.
- WHITE, A.J.R. (1992) Granite Handbook: Description, Genesis, some associated Ore Deposits. In: Congr. Bras. Geol., 37, São Paulo, SBG, Short Course, 109 p.

TABELA 1: Teores de Ba (ppm) em granitóides do Complexo Cunhaporanga (JM: Granito Joaquim Murinho; SC: Granito Serra do Carambei; n: número de amostras).

| Tipo de granitóide            | Ba <sub>min</sub> | Ba <sub>med</sub> | Ba <sub>max</sub> | n  |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----|
| <i>tit anf bio granitóide</i> | 605               | 1325              | 2356              | 25 |
| <i>tit bio granitóide</i>     | 337               | 1112              | 1762              | 9  |
| <i>anf pórfiro</i>            | 999               | 1109              | 1290              | 6  |
| <i>bio pórfiro</i>            | -                 | 1291              | -                 | 1  |
| <i>bio granitóide</i>         | 745               | 906               | 1067              | 2  |
| <i>mus bio granitóide</i>     | 87                | 201               | 315               | 2  |
| <i>leucogranito</i>           | 3                 | 74                | 208               | 6  |
| <i>leucogr. JM + SC</i>       | 3                 | 12                | 20                | 4  |



Rochas do Complexo Cunhaporanga (símbolos cheios para rochas equigranulares, vazios para porfíricas): losangos titanita anfibólio biotita granitóides, triângulos titanita biotita granitóides, triângulos invertidos biotita granitóides, quadrados muscovita biotita granitóides, círculos leucogranitos, cruzes granitóides pórfiros com anfibólio e letra X granitóide pórfiro com biotita. (1) Dados modais em diagrama QAP de Streckeisen (1976). (2) Diagrama  $MgO \times SiO_2$ . (3) Diagrama  $K_2O \times SiO_2$ , com as subdivisões propostas por Le Maitre et al. (1989). (4) Diagrama Y x Nb de discriminação geotectônica de Pearce et al. (1984); *GIP*: granitos intra-placas; *GCO*: granitos de cadeia oceânica; *GAV*: granitos de arco vulcânico; *GSC*: granitos sincolisionais.