

**MAGMATISMO ALCALINO NA PORÇÃO CENTRO-ORIENTAL DO PARAGUAI:
NOVOS DADOS GEOCRONOLÓGICOS PARA AS ROCHAS DAS PROVÍNCIAS
CENTRAL E ASSUNÇÃO**

Gomes, C.B.¹; Milan, A.¹; Velázquez, V.F.¹; Riccomini, C.¹; Comin-Chiaramonti, P.²;
Vasconcelos, P.M.³; Tassinari, C.C.G.

¹Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago 562, CEP 05508-080, São Paulo, Brasil; e-mail: cgomes@usp.br

1- Dipartimento di Ingegneria Chimica, dell'Ambiente e delle Materie Prime, Università di Trieste, Piazzale Europa 1, I-34127 Trieste, Italia

2- University of Queensland, Department of Earth Sciences, Brisbane, Qld, 4072 Australia

Resumo

A região centro-oriental do Paraguai, associada tectonicamente à proeminente feição estrutural de orientação geral NW-SE, o Rift de Assunção, foi palco de importante actividade magmática alcalina no Mesozóico e, mais recentemente, no Terciário. No primeiro caso (Província Central), teve lugar a formação de número considerável de corpos apresentando composição mineralógica e petrográfica distinta e modo de ocorrência dos mais variados, com destaque principalmente para a expressiva actividade hipoabissal, como testemunhado pelos enxames de diques. No segundo (Província Assunção), deu-se a formação de alguns centros vulcânicos, geograficamente confinados às vizinhanças de Assunção, tendo como feição mais significativa a presença de rochas contendo xenólitos mantélicos. As idades radiométricas Ar/Ar obtidas para as rochas alcalinas de ambas as províncias permitem: a) confirmar o enquadramento desses eventos no Cretáceo Inferior (Província Central) e Terciário (Província Assunção), como já indicado pelos dados K/Ar e Rb/Sr (este apenas para a primeira) disponíveis na literatura; b) melhor precisar o intervalo de variação de idade desses dois episódios e definir os períodos de tempo reunindo maior concentração de resultados (126-128 Ma, Província Central; 56-58 Ma, Província Assunção), os quais muito possivelmente correspondem às idades de formação dessas rochas.

Abstract

The central-eastern region of Paraguay tectonically associated with the Assunción Rift, a prominent structural NW-SE oriented feature, was affected by important alkaline magmatic activity during the Mesozoic and more recently in the Tertiary. In the first case (Central Province), a large number of bodies showing wide mineralogical and petrographical composition and variable way of occurrence has been formed; attention is mainly called to the impressive role played by the hypoabissal activity as evidenced by dyke swarms. In the second (Assunción Province), some volcanic centers in the neighbourhood of Assunción were formed, having as a most significant feature the presence of rocks bearing mantle xenoliths. Ar/Ar radiometric ages for the alkaline rocks of both provinces allow us: a) to confirm their inclusion in the Early Cretaceous (Central Province) and in

the Tertiary (Assunción Province), as previously indicated by K/Ar and Rb/Sr (only for the first province) data available in literature; b) to better precise the variation interval in age of both episodes and to define the periods of time clustering the highest concentration of results (126-128 Ma, Central Province; 56-58 Ma, Assunción Province), which probably correspond to the age of formation of these rocks.

A porção oriental do Paraguai é marcada por grande número de ocorrências de rochas alcalinas que podem ser reunidas em seis províncias: Alto Paraguai, Amambay, Rio Apa, Assunção, Central e Misiones (Velázquez *et al.*, 1996). Em particular as Províncias Central e Assunção estão localizadas na região centro-oriental do país, apresentando topografia plana e altitudes máximas que não ultrapassam a 500 m, além de influenciadas por importante feição estrutural, o *Rift* de Assunção (Riccomini *et al.*, 2002). Este tem orientação geral NW-SE e se estende por cerca de 200 km e 25-40 km de largura, desde a cidade homônima até as cercanias da Cordilheira de Ybytyruzú, na extremidade oriental.

A Província Central (Comin-Chiaramonti & Gomes, 1996) engloba cerca de trinta e três corpos ocupando quase sempre as partes mais elevadas da região e, topograficamente, aparecendo na forma de cerros, com altura entre 100 e 500 m, ou de pequenas colinas. A sua ocorrência é das mais variadas, sendo possível distinguir-se desde pequenos diques, *plugs*, *stocks*, lavas, até verdadeiras massas intrusivas de características anelares.

As ocorrências alcalinas exibem enorme diversidade petrográfica. A fácies intrusiva reúne sobretudo variedades de afinidade sienogábrica (gabros essexíticos, essexitos e sienodioritos), sendo a textura em geral fanerítica, hipidiomórfica granular a ligeiramente porfírica (plagioclásio e/ou piroxênio como fenocristais). Subordinadamente, aparecem tipos sieníticos (sienitos e nefelina sienitos) com textura fanerítica alotriomórfica e contendo como constituintes máficos mais comuns piroxênio, biotita e anfíbólio. Nos tipos mais félsicos dessa fácies predominam plagioclásio (suíte gábrica) ou feldspato alcalino (suíte sienítica). Como acessórios podem ser citados apatita, titanita, opacos ou mesmo zircão. Por sua vez, a fácies efusiva (lavas e *plugs*) é caracterizada pela presença de rochas de afinidade basáltica e traquibasáltica, ao lado de algumas amostras de composição mais tefítica exibindo forte tendência porfírica. Nessas, os fenocristais possuem dimensões milimétricas a centimétricas e são, em sua maior parte, representados por piroxênio, plagioclásio e, mais raramente, olivina e fôides, imersos em matriz afanítica de caráter holocristalina.

Os enxames de diques (Gomes *et al.*, 1989; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1992) constituem a feição geológica mais proeminente associada ao ambiente hipoabissal. Em geral,

os corpos são verticais a subverticais e de espessura decimétrica a métrica, com valor médio da ordem de 4 a 6 m. Recortam indistintamente as demais rochas alcalinas, assim como as sedimentares encaixantes. Sua orientação preferencial é NW-SE, contudo, duas outras direções, NS e NE-SW, foram também reconhecidas.

Do ponto de vista petrográfico, os diques demonstram grande diversidade mineralógica e textural, permitindo a caracterização de vários litotipos: basaltos alcalinos, tefritos, traquiandesitos, traquifonolitos, traquitos e fonolitos. Como tendência geral, essas rochas apresentam forte caráter porfíritico, notadamente as variedades de natureza tefrítica e fonolítica, com mega, feno e microcristais dos mais variados minerais. A matriz é em geral afanítica e de caráter preferencialmente holocristalina. Os traquiandesitos são freqüentemente microporfíricos, enquanto os traquitos se mostram porfíricos e portadores de cristais tabulares de feldspato alcalino com forte orientação.

As rochas pertencentes à Província Assunção (Bitschene, 1987; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1991) afloram principalmente nos arredores da cidade de Assunção, reunindo no total quinze ocorrências principais na forma de *plugs*, *necks*, lavas e diques. Essas rochas estão agrupadas numa suíte que consiste na quase totalidade de nefelinitos (subordinadamente ankaratritos) com tendência marcadamente sódica; fonolitos ocorrem de forma restrita.

Em geral, os nefelinitos são rochas de granulação fina e levemente porfíricas, portadoras de fenocristais de olivina, com dimensões aproximadas de 2 mm, e de modo subordinado clinopiroxênio. Ao microscópio, o clinopiroxênio é fortemente zonado e exhibe coroas de reação. Os fenocristais de olivina são em geral anédricos, sem zoneamento e com evidências de deformação autoclástica. A matriz é afanítica e composta em sua quase totalidade por clinopiroxênio, olivina, opacos e nefelina, raros micrólitos de plagioclásio e vidro intersticial. Já os fonolitos apresentam textura afírica à vista desarmada. Ao microscópio, exibem microfenocristais subidiomórficos de até 0,3 mm de feldspato alcalino. A matriz afanítica é composta por clinopiroxênio, feldspato alcalino e nefelina, normalmente ocupando espaços intersticiais. A grande maioria dos cristais se apresenta xenomórfico a subidiomórfico.

Como característica marcante dos nefelinitos cita-se a presença de nódulos mantélicos com composição variável de lherzolito a dunito. Mineralogicamente, eles acham-se constituídos por olivina e piroxênio (orto e clino), tendo espinélio como principal acessório. A textura é predominantemente xenomórfica granular, na qual a olivina mostra

extinção ondulante e deformação lamelar, enquanto o piroxênio é xenomórfico com abundantes lamelas de exsolução. O espinélio é intersticial e de ocorrência irregular.

Dados radiométricos disponíveis na literatura, reunindo principalmente idades K/Ar (Gomes *et al.*, 1996), colocam a atividade magmática alcalina da Província Central em amplo intervalo de tempo, 98-138 Ma. O exame mais rigoroso desses dados permite, contudo, confiná-la mais apropriadamente ao intervalo 120-130 Ma (Cretáceo Inferior). Estes valores são mais consistentes com aqueles obtidos a partir de análises Rb/Sr: 128 ± 8 Ma (Bitschene, 1987) e $127,8 \pm 7,2$ Ma (Velázquez *et al.*, 1992), este último correspondendo a uma isocrona interna para a ocorrência de Mbocayaty. O histograma de frequência para as determinações Ar/Ar recém executadas, correspondendo a um total de dezesseis ocorrências, é caracteristicamente unimodal, com a classe dominante para as idades platô produzidas compreendidas no intervalo 126-128 Ma. Dessa forma, esse novo conjunto de resultados possibilita confirmar, em consonância com o já observado por Velázquez *et al.* (1992), que as rochas alcalinas da Província Central se formaram pouco depois que os basaltos toleíticos da Formação Alto Paraná (no Brasil, Formação Serra Geral) presentes na área e datados (K/Ar) em 132-137 Ma (Belliceni *et al.*, 1986).

Por outro lado, os dados disponíveis referentes às rochas da Província de Assunção (Bitschene, 1987; Comin-Chiaramonti *et al.* 1991), consistindo basicamente em idades radiométricas K/Ar, possibilitam enquadrá-la no intervalo 39-61 Ma (Terciário), como também assinalado por Gomes *et al.* (1996). Essa importante e bem característica atividade magmática, que Riccomini *et al.* (2001) interpretam como associada a um sistema de falhas profundas, responsável pela ascensão de material de profundidades superiores a 60 km, foi também analisada pelo método Ar/Ar. As idades platô obtidas para um total de nove corpos investigados confirmam, por um lado, a idade terciária dessas rochas, porém, por outro, indicam que elas são em realidade um pouco mais velhas. Um novo intervalo de variação é aqui apresentado, 52-68 Ma, com a classe modal do histograma de frequência compreendida entre 56 e 58 Ma (Eoceno).

Referências

- Belliceni, G.; Comin-Chiaramonti, P.; Marques, L.S.; Martinez, L.A.; Melfi, A.J.; Nardy, A.J.R.; Piccirillo, E.M. & Stolfi, D. (1986). Continental flood basalts from the central-western regions of the Paraná

plateau (Paraguay and Argentina): petrology and petrogenetic aspects. *Neues Jahrbuch für Mineralogie* **154**, 111-139.

Bitschene, P.R., (1987). *Mesozoicher und kanosoicher magmatismus in Ost-Paraguay: arbeit zur Geologie und Petrologie zweier Alkaliprovinsen*. Tese de Doutorado, Universidade de Heidelberg, 317p.

Comin-Chiaramonti, P. & Gomes, C.B. (1996). Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay – Relationships with coeval magmatism in Brazil. Edusp/Fapesp, São Paulo, 464p.

Comin-Chiaramonti, P.; Civetta, L.; Petrini, R.; Piccirillo, E.M.; Bellieni, G.; Censi, P.; Bitschene, P.R.; Demarchi, G.; De Min, A.; Gomes, C.B.; Castillo, A.M.C. & Velázquez, J.C. (1991). Tertiary nephelinitic magmatism in Eastern Paraguay: petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with associated spinel-peridotite xenoliths. *European Journal of Mineralogy* **3**, 507-525.

Comin-Chiaramonti, P.; Cundari, A.; Gomes, C.B.; Piccirillo, E.M.; Censi, P.; De Min, A.; Bellieni, G.; Velázquez, V.F. & Orué, D. (1992). Potassic dyke swarm in the Sapucaí-Graben eastern Paraguay: petrographical, mineralogical and geochemical outlines. *Lithos* **28**, 283-301.

Gomes, C.B.; Comin-Chiaramonti, P.; De Min, A.; Melfi, A.J.; Bellieni, G.; Ernesto, M.; Castillo, A.M.C. & Velázquez, V.F. (1989). Atividade filoniana associada ao complexo alcalino de Sapucaí, Paraguai Oriental. *Geochimica Brasiliensis* **3**, 93-114.

Gomes, C.B.; Comin-Chiaramonti, P.; Velázquez, V.F. & Orué, D. (1996). Alkaline magmatism in Paraguay: a review. In: Comin-Chiaramonti, P. & Gomes, C.B. (eds.) *Alkaline magmatism in Central-Eastern Paraguay – Relationships with coeval magmatism in Brazil*. Edusp/Fapesp, São Paulo, pp. 31-56.

Riccomini, C.; Velázquez, V.F. & Gomes, C.B. (2001). Cenozoic lithospheric faulting in the Asunción Rift, eastern Paraguay. *Journal of South American Earth Sciences* **14**, 625-630.

Riccomini, C.; Velázquez, V.F.; Gomes, C.B.; Milan, A.; Sallum, A.E.M. (2002). Tectonic evolution of the Asunción Rift, Eastern Paraguay. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **74**, 555

Velázquez, V.F.; Gomes, C.B.; Capaldi, G.; Comin-Chiaramonti, P.; Ernesto, M.; Kawashita, K.; Petrini, R. & Piccirillo, E.M. (1992). Magmatismo alcalino mesozóico na porção centro-oriental do Paraguai: aspectos geocronológicos. *Geochimica Brasiliensis* **6**, 23-35.

Velázquez, V.F.; Gomes, C.B.; Orué, D. & Comin-Chiaramonti, P. (1996). Magmatismo alcalino do Paraguai: uma revisão e atualização das províncias. *Boletim IG-USP, Série Científica* **27**, 61-79.