

MAGMATISMO ALCALINO EOCRETÁCEO DA PROVÍNCIA AMAMBAY, NORDESTE DO PARAGUAI ORIENTAL: ASPECTOS GEOQUÍMICOS E IMPLICAÇÕES GEODINÂMICAS

Velázquez, V.F.¹, Gomes, C.B.¹, Riccomini, C.¹, De Paula, G.S.¹, Comin-Chiaramonti, P.²

1. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil
2. DICAMP, Universidade de Trieste, Itália

Resumo

As rochas alcalinas da Província Amambay exibem grande diversidade litológica e modo variado de ocorrência. Estão representadas por tipos intrusivos (sienodioritos, mela-sienitos, nefelina sienitos, sienitos, carbonatitos e fenitos) e extrusivos (fonotefritos, tefrifonolitos, traquitos, fonolitos, analcimitos e lamprófiros), quimicamente todos de afinidade potássica.

Carbonatitos e rochas silicáticas apresentam padrão de distribuição para os elementos higromagmatófilos muito diferente; já o comportamento dos ETR mostra similaridades, com forte fracionamento dos ETRL comparativamente aos ETRP.

Mineralogicamente, as rochas silicáticas têm como principais constituintes feldspato alcalino, clinopiroxênio (de composição variável, passando de diopsídio a egrina) e feldspatóides (nefelina e analcima nas variedades hipoabissais); biotita e granada são fases subordinadas, enquanto que apatita, opacos (magnetita), titanita e zircão aparecem como acessórios mais freqüentes.

O magmatismo alcalino da Província Amambay encontra-se tectonicamente associado ao Arco Ponta Porã, importante feição estrutural de orientação NE que condicionou a colocação dos diversos corpos ali presentes, como sugerido por evidências geológicas e geofísicas.

Abstract

The alkaline rocks of the Amambay Province show a large lithological variation as well as different ways of formation. They consist of intrusive (syenodiorites, mela-syenites, nepheline syenites, syenites, carbonatites and fenites) and extrusive (phonotephrites, tephriphonolites, trachytes, trachyphonolites, phonolites, analcime phonolites and lamprophyres) types, chemically all of potassic affinity.

Carbonatites and silicate rocks display a quite different distribution pattern for the hygromagmatophile elements; on the other hand, the REE exhibit many similarities, with strong fractionation of the LREE in relation to the HREE.

Mineralogically, the silicate rocks have alkali feldspar, clinopyroxene (of variable composition, ranging from diopside to aegirine) and feldspathoids (nepheline and analcime in the hypabissal rock-types) as major constituents; biotite and garnet (melanite) are subordinate, whereas apatite, opaques (magnetite), titanite and zircon correspond to the most common accessory phases.

The alkaline magmatism of the Amambay Province is tectonically associated with the Ponta Porã Arch, an important structural feature NE-trending that influenced the emplacement of the various bodies found in the area, as suggested by geological and geophysical evidences.

Introdução

O magmatismo alcalino presente na borda ocidental da Bacia do Paraná, no território paraguaio, reúne três eventos tectono-magmáticos principais e acha-se associado a grandes feições estruturais, notadamente falhas, com expressivas anomalias magnetométricas e/ou gravimétricas (Velázquez *et al.*, 1998; Comin-Chiaramonti *et al.*, 1999; Riccomini *et al.*, 2005) (Fig. 1).

O evento mais antigo, de idade Permo-Triássica (240-250 Ma), ocorre nas proximidades da cidade de Porto Murtinho, na zona fronteira entre o Paraguai Ocidental e o Estado do Mato Grosso do Sul (Brasil). É constituído predominantemente por rochas sieníticas, com e sem feldspatóides, a graníticas, que aparecem na forma de complexos anelares e *stocks*, correspondendo assim à chamada Província Alto Paraguai (Velázquez *et al.*, 1996; Gomes *et al.*, 1996; Comin-Chiaramonti *et al.*, 2005).

O evento Eocretáceo consiste em três episódios magmáticos distintos e congrega essencialmente rochas de afinidade potássica. O primeiro (135-140 Ma) está bem representado nas cidades de Vallemí (Província Rio Apa) e Pedro Juan Caballero (Província Amambay), respectivamente, nas porções norte e nordeste do Paraguai Oriental. Na Província Rio Apa, o magmatismo é pouco expressivo e

aparece na forma de pequenos diques de filiação basanítica-carbonatítica. O magmatismo da Província Amambay situa-se tectonicamente no domínio do Arco de Ponta Porã e reúne dois complexos anelares, Cerro Chirigué e Cerro Sarambí, tendo como principal litologia carbonatitos associados a piroxenitos, shonkinitos, sienitos e fenitos (Velázquez *et al.*, 2004). Diques e *plugs* de traquito e fonolito são também encontrados em Cerro Apuá, Cerro Guazú e Cerro Tayay. O segundo (126-128 Ma, cf. Gomes *et al.*, 2003) é representado pelo magmatismo da Província Central e inclui rochas moderada a fortemente potássicas mostrando grande diversidade petrográfica. Elas concentram-se sobretudo nos arredores das cidades de Sapucaí, General Bernardino Caballero, Ybytymi e La Colmena, e estão relacionadas tectonicamente ao *Rift* de Assunção. O terceiro (118-120 Ma, cf. Velázquez *et al.*, 2003) é reconhecido na extremidade meridional do país, próximo às cidades de San Juan Bautista e San Ignacio. Referido na literatura como Província Misiones, ele é formado por rochas alcalinas sódicas (nefelinitos e fonolitos peralcalinos), que afloram como pequenos *plugs* e diques (Comin-Chiaramonti *et al.*, 1992; Velázquez *et al.*, 2002).

O evento Terciário, com idade entre 56-58 Ma (Gomes *et al.*, 2003), está restrito à região centro-oeste do Paraguai Oriental, nos arredores da capital, e constitui a denominada Província Assunção. Ele congrega rochas de composição sódica, principalmente nefelinitos e ankaratritos, portadoras de nódulos mantélicos, que variam desde dunitos a lherzolitos (Comin-Chiaramonti *et al.*, 1991). Em proporção subordinada aparecem também fonolitos.

Ocorrência

A Província Amambay, ocorrendo nas imediações da cidade de Pedro Juan Caballero, tem como manifestações alcalinas mais significativas o *Cerro Chirigué* (=Corá) e o *Cerro Sarambí*, embora a abrangência desse magmatismo seja bem mais extensa, prolongando-se para ESE, com inclusão das ocorrências de *Cerros Jhú, Teyú e Guazú*.

Cerro Chirigué é uma intrusão circular, com cerca de 7,5 km de diâmetro, encaixada em sedimentos paleozóicos e rochas metamórficas neoproterozóicas intensamente fraturadas. Carbonatitos, fenitos reomórficos e pequenas intrusões de nefelina sienito são os tipos petrográficos dominantes na parte interna do complexo. A sua porção oriental é recoberta, em grande parte, por derrames toleíticos da Formação Serra Geral.

Cerro Sarambí sustenta uma estrutura circular proeminente de 8,5 km de diâmetro. Depósitos sedimentares paleozóicos e, em menor extensão, rochas metamórficas predominam na sua parte externa. Um corpo central sienítico, variando de sienodiorítico até sienítico alcalino, representa a principal unidade litológica. Diques de lamprófito, tefrifonolito, fonolito, traquifonolito e traquito cortam a intrusão principal, sendo fenitos reomórficos mais freqüentes junto às regiões periféricas.

Corpos menores individuais (*plugs*) de analcima fonolito e traquito ocorrem, respectivamente, nas localidades de *Cerro Jhú* e *Cerro Apuá*, enquanto que diques (traquito e fonolito), com espessuras métricas e parcialmente alterados, cortam os depósitos sedimentares eocretáceos da Formação Misiones, nas imediações da *Colônia Indígena Itaipausú*.

Aspectos geoquímicos

Diferenças geoquímicas entre os carbonatitos e as rochas silicáticas de composição sienítica são muito expressivas, como sugerido pela concentração dos seus elementos maiores, menores e traços.

O comportamento dos elementos hidromagmátófilos normalizados para o manto primitivo revela para os carbonatitos anomalias positivas em Ba, U e Sr, e negativas em Rb, Ta, K, P e Ti; por outro lado, as rochas silicáticas exibem discretas anomalias positivas em Rb, Ba, Th, Zr e Y, e marcantes anomalias negativas em K, P e Ti. Já para os ETR, ambas as litologias mostram padrão de distribuição muito similar, com forte fracionamento dos ETRL em relação aos ETRP.

Análises de química mineral para os litotipos silicáticos indicam que feldspato alcalino é a fase félsica mais importante ao lado dos feldspatóides e clinopiroxênio, a máfica. Biotita e granada (melanita) aparecem em menor extensão, enquanto que apatita, opacos, titanita e zircão são os acessórios mais comuns.

Os feldspatos têm a sua composição concentrada ao longo do plano Or-Ab, variando em geral entre Or₉₆₋₃₅-Ab₄₋₆₅. Já os feldspatóides estão representados por nefelina e analcima, com predomínio para a primeira; estão com freqüência alterados, especialmente a nefelina em cancrinita.

Os piroxênios variam amplamente quanto à composição, podendo ser agrupados nos campos do diopsídio, augita, egirina-augita e menos comumente egirina. A passagem de um membro para outro é gradativa, com diminuição progressiva dos teores de Mg e Ca e aumento concomitante de Fe e Na. Outra variação importante refere-se ao comportamento do TiO_2 , tendo como valores extremos 0,14 e 3,18%. As biotitas constituem a única fase representativa do grupo das micas e, quimicamente, situam-se ao longo do plano flogopita-annita. Contudo, a concentração elevada de TiO_2 permite classificá-las como biotitas titaníferas. Por outro lado, os valores da somatória dos cátions na fórmula estrutural indicam teores insuficientes para Si e Al, o que sugere uma provável substituição do Si por Fe e/ou Ti nas posições tetraédricas. Os opacos consistem principalmente em magnetita, com grande variação composicional e teor elevado em Ti, correspondendo assim a uma magnetita titanífera.

Considerações geodinâmicas

O cenário geológico do Paraguai Oriental é marcado pela existência de extensos depósitos paleozóicos e de diversos episódios de atividade tectono-magmática alcalina. Dentro desse contexto, as associações litológicas presentes na Província Amambay, bem como a sua manifestação anterior aos derrames toleíticos da Bacia do Paraná, sugerem para essas rochas alcalinas uma evolução geodinâmica singular. Levantamentos geológicos e evidências geofísicas indicam que elas encontram-se sob o domínio tectônico do Arco de Ponta Porã. Anomalias magnéticas e gravimétricas de intensidade elevada no extremo sul dessa feição estrutural, aliada à pronunciada deformação das rochas encaixantes, sobretudo nas proximidades dos contatos dos corpos intrusos, bem como a presença de juntas e diques na região com direção dominante NW-SE, reforçam essa interpretação.

Referências bibliográficas

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.C.M., Velázquez, J.C., 1991. Tertiary nephelinitic magmatism in Eastern Paraguay: petrology, Sr-Nd isotopes and genetic relationships with associated spinel-peridotite xenoliths. *Eur. J. Mineral.* 3, 507-525.

Comin-Chiaramonti, P., Cundari, A., De Graff, J.M., Gomes, C.B., Piccirillo, E.M., 1999. Early Cretaceous–Tertiary magmatism in eastern Paraguay (western Paraná Basin): geological, geophysical and geochemical relationships. *J. Geodyn.* 28, 375–391.

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B., Censi, P., Gasparon, M., Velázquez, V.F., 2005. Alkaline complexes from the Alto Paraguay Province at the border of Brazil (Mato Grosso do Sul state) and Paraguay. In: Comin-Chiaramonti, P. & Gomes, C.B. (eds.) *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform* (in progress).

Comin-Chiaramonti, P., Gomes, C.B., Petrini, R., De Min, A., Velázquez, V.F., Orué, D., 1992. A new area of alkaline rocks in Eastern Paraguay. *Rev. Bras. Geoc.* 22, 500-506.

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.

Gomes, C.B., Milan, A., Velázquez, V.F., Riccomini, C., Comin-Chiaramonti, P., Vasconcelos, P.M., Tassinari, C.C.G., 2003. Magmatismo alcalino na porção centro-oriental do Paraguai: novos dados geocronológicos para as rochas das Províncias Central e Assunção. VII Congr. Geol. PLOP, Maputo, Moçambique, Resumos, p. 39.

Riccomini, C., Velázquez, V.F., Gomes, C.B., 2005. Tectonic controls of the Mesozoic and Cenozoic alkaline magmatism in central-southeastern Brazilian Platform. In: Comin-Chiaramonti, P. & Gomes, C.B. (eds.) *Mesozoic to Cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform* (in progress).

Velázquez, V.F., Gomes, C.B., Orué, D., Comin-Chiaramonti, P., 1996. Magmatismo alcalino do Paraguai Oriental: uma revisão e atualização das províncias. *Bol. IG-USP, Sér. Ci.*, 27, 61-79.

Velázquez, V.F., Gomes, C.B., Riccomini, C., Comin-Chiaramonti, P., Brumatti, M., Vasconcelos, P.M., Tassinari, C.C.G., 2003. Características isotópicas e idades Ar/Ar para as rochas alcalinas da Província Misiones, Paraguai Meridional. VII Congr. Geol. PLOP, Maputo, Moçambique, Resumos, p. 34.

Velázquez, V.F., Gomes, C.B., Riccomini, C., De Paula, G.S., Comin-Chiaramonti, P., 2004. Aspectos geológicos e caracterização geoquímica do magmatismo alcalino eocretáceo da Província Amambay, Nordeste do Paraguai Oriental. XLII Congr. Bras. Geol., Araxá, CD-ROM.

Velázquez, V.F., Riccomini, C., Gomes, C.B., Brumatti, M., 2002. Magmatismo alcalino da Província Misiones, Paraguai sul-oriental: aspectos geoquímicos e tectônicos. XLI Congr. Bras. Geol., João Pessoa, p. 456.

Velázquez, V.F., Riccomini, C., Gomes, C.B., Figueredo, L., Figueredo, C., 1998. Relações tectônicas do magmatismo alcalino do Paraguai Oriental. Rev. IG São Paulo 19, 43-49.