

# VULCANISMO BIMODAL DO GRUPO SÃO ROQUE A NOROESTE DA CIDADE DE SÃO PAULO: GEOQUÍMICA E AMBIENTES TECTÔNICOS

Renato Henrique Pinto ([renatohp@usp.br](mailto:renatohp@usp.br)) e Valdecir de Assis Janasi ([vajanasi@usp.br](mailto:vajanasi@usp.br))

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

## RESUMO

O Grupo São Roque caracteriza-se por rochas de baixo grau metamórfico, depositadas em ambiente marinho com atividade vulcânica submarina. As ocorrências da Formação Morro Doce são dominadas por metarcóseos e metarenitos feldspáticos com expressivas lentes metaconglomeráticas, que formam uma seqüência considerada como unidade basal do Grupo São Roque. Rochas metavulcânicas ácidas e básicas intercaladas nesta seqüência constituem importante marcador tectônico e cronológico.

Rochas metavulcânicas ácidas que ocorrem intercaladas a metarcóseos e metaconglomerados, na região do Morro do Polvilho, correspondem a meta-traquidacitos e meta-riolitos porfíricos, com idade de ~1.79 Ga. Com características geoquímicas típicas de magmatismo intraplaca, em especial baixo **mg#** (~20), altos teores de **Zr** (560-730 ppm), **Y** e **Nb**, além de baixo **Sr** (70-120 ppm), as rochas metavulcânicas ácidas do Grupo São Roque apresentam similaridades com rochas de mesma composição da base do Supergrupo Espinhaço.

Uma amostra de meta-traquandesito basáltico com elevados teores de **K<sub>2</sub>O** e outros elementos litófilos tem teores relativamente altos de **Zr**, **Y** e **Th**, também sugestivos de magmatismo intra-placa. As semelhanças entre as rochas metavulcânicas básicas e ácidas, que apresentam padrão mais fracionado, com enriquecimento em **ETR** leves, e anomalia negativa de **Eu**, sugerem uma seqüência vulcânica bimodal.

Por outro lado, o corpo anfibolítico do Jaraguá, de idade ainda desconhecida, parece ser intrusivo na Fm. Morro Doce tem características geoquímicas mais próximas de magmatismo de fundo oceânico, com baixas concentrações de elementos incompatíveis como **Rb**, **Nb** e **Th**, o que as aproximam das rochas metabásicas supracrustais da região de Pirapora do Bom Jesus.

Palavras-chave: *Grupo São Roque, Metavulcânicas, Intraplaca.*

## ABSTRACT

The São Roque Group is composed of low-grade metamorphic rocks deposited in marine environment with coeval volcanic activity. The Morro Doce Formation is dominated by meta-arkose and feldspathic meta-sandstone with expressive metaconglomeratic lenses, which form a sequence regarded as the basal unit of São Roque Group.

Acid metavolcanic rocks interlayered with meta-arkose and metaconglomerates in the Morro do Polvilho region correspond to trachydacite and porphyritic meta-rhyolite dated at ~1.79 Ga. Their geochemical characteristics are typical of within-plate magmatism, especially the low **mg #** (~ 20), high **Zr** (560-730 ppm), **Y**, **Nb**, and low **Sr** (70-120 ppm), and similar to the rocks of the same composition from the basal portion of the Espinhaço Supergroup.

A sample of basaltic meta-trachyandesite with high contents of **K<sub>2</sub>O** and other lithophile elements shows relatively high contents of **Zr**, **Y** and **Th**, also suggestive of intra-plate magmatism. The similarities between the basic and acidic metavolcanic rocks, which have more fractionated pattern with enrichment in light REE, and the negative **Eu** anomaly, suggest a bimodal volcanic sequence.

The Jaraguá amphibolite body, still of unknown age, seems to be intrusive into the Morro Grande Formation, and has geochemical characteristics akin to ocean-floor magmatism, with low concentrations of incompatible elements such as **Rb**, **Nb** and **Th**, and are similar to supracrustal metabasics from the Pirapora do Bom Jesus region.

Key-words: *São Roque Group, Metavolcanic, Within-plate.*

## INTRODUÇÃO

O Grupo São Roque, localizado na Província Estrutural Mantiqueira (Almeida *et al.*, 1981), no Domínio Apiaí-São Roque (Campos Neto, 2000), caracteriza-se por rochas de baixo grau metamórfico, depositadas em ambiente marinho (Moraes Rego, 1933) com atividade vulcânica submarina (Carneiro *et al.*, 1984). Rochas metavulcânicas ácidas e básicas intercaladas na seqüência metassedimentar constituem importante marcador tectônico e geocronológico, e foram usadas para determinar sua idade de sedimentação, na passagem Estateriano-Caliminiano (1.79 Ga; van Schmus *et al.* 1986; 1.75 Ga; Oliveira *et al.* 2008).

Essas rochas mostram assinaturas geoquímicas peculiares, que podem ser usadas como marcadores geotectônicos, e são exploradas neste trabalho.

## GEOLOGIA LOCAL

As ocorrências da Formação Morro Doce (Juliani, 1999), considerada unidade basal do Grupo São Roque (Coutinho, 1955), ocorrem predominantemente a noroeste da cidade de São Paulo. Esta Formação caracteriza-se como um expressivo pacote de metarcóseos que se interdigitam com espessas lentes de metaconglomerados polimíticos de seixos e calhaus estirados, sustentados por um arcabouço metarcoseano.

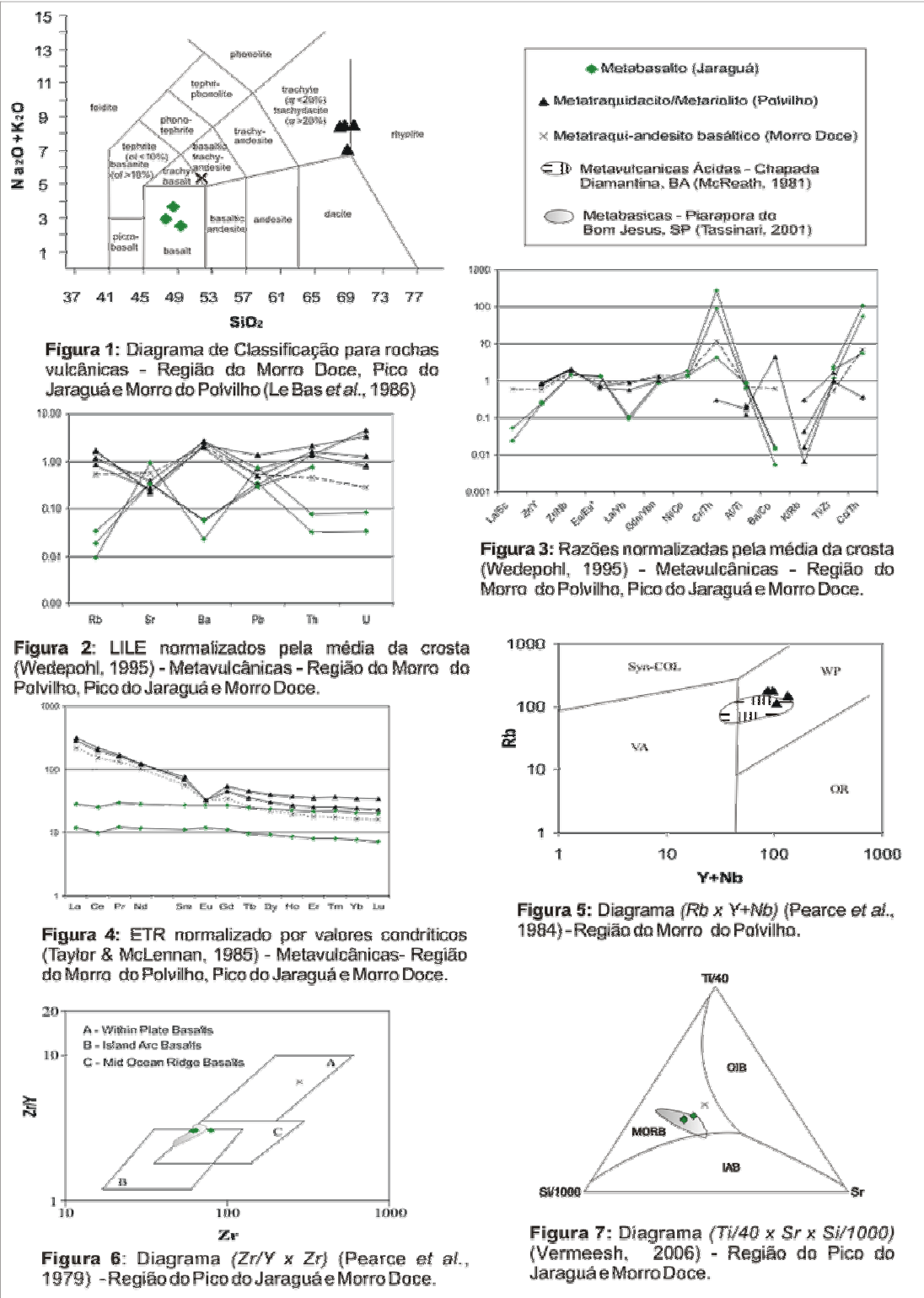
Rochas metavulcânicas ácidas ocorrem intercaladas a metarcóseos e metaconglomerados, na região do Morro do Polvilho, e correspondem a meta-traquidacitos e meta-riolitos (**Figura 1**) porfíricos, com fenocristais de plagioclásio sódico (oligoclásio). Rochas metavulcânicas básicas amigdaloidais (meta-traquiandesito basáltico – **Figura 1**) ocorrem de modo subordinado como pequenos corpos dentro da unidade de metarcóseos. A manifestação mais expressiva do magmatismo básico na região é o corpo anfibolítico do Jaraguá, em aparente discordância com estrutura regional (Coutinho, 1955; Gomes, 1962), intrusivo no pacote metapsmítico.

## GEOQUÍMICA E AMBIENTES TECTÔNICOS

As rochas metavulcânicas ácidas da base do Grupo São Roque, apresentam geoquímica típica de magmatismo intraplaca, em especial baixo **mg#**, altos teores de **HFSE**, em especial **Zr**, **Hf**, e altos teores de **LILE (Rb, Ba, Th e U)**, porém com baixo **Sr** (70-120 ppm), além de baixas razões **Cr/Th** e **Al/Ti** (**Figura 2 e 3**). Tais características as aproximam das metavulcânicas ácidas Rio dos Remédios que ocorrem na base do Supergrupo Espinhaço, Chapada Diamantina (McReath, *et al.*, 1981).

Rochas metavulcânicas básicas amigdaloidais que ocorrem intercaladas no pacote de metarcóseos, diferem petrograficamente dos anfibolitos do Jaraguá e são também distintas quimicamente, em especial pelos seus altos teores de **LILE (Rb, Ba e U)**, **HFSE (Zr e Nb)**, e altas razões **La/Sc**, **Zr/Y** (**Figuras 2 e 3**). Estas características, somadas ao padrão mais fracionado, com enriquecimento equivalente em ETR leves ( $La_n/Yb_n = 13,1$  nas metavulcânicas básicas e 13,2 nas ácidas), e anomalia negativa de Eu (respectivamente,  $Eu/Eu^* = 0,74$  e 0,59) (**Figura 4**), sugerem um magmatismo intraplaca de caráter bimodal para o vulcanismo associado à Fm. Morro Doce (**Figura 5 e 6**).

Os anfibolitos do Jaraguá apresentam padrão de ETR pouco fracionado, com razão  $La_n/Yb_n = 1,6$  e  $Eu/Eu^* = 1,0$  (**Figura 4**), e características geoquímicas de basaltos toleíticos, mais próximas de magmatismo de fundo oceânico tipo **MORB** (**Figura 7**), com baixas concentrações de elementos incompatíveis como **Rb**, **Nb** e **Th**, o que mostra semelhanças com as rochas metabásicas supracrustais (com estruturas tipo “pillow lava”) da região de Pirapora do Bom Jesus (Tassinari *et al.*, 2001).



**CONCLUSÕES**

As características geoquímicas típicas de magmatismo intraplaca das rochas metavulcânicas ácidas, intercaladas ao pacote de metaconglomerados da Fm. Morro Doce

(Grupo São Roque) as aproximam das metavulcânicas ácidas da base do Supergrupo Espinhaço. Também, intercaladas na Fm. Morro Doce ocorrem as metavulcânicas básicas amigdaloidais com características geoquímicas compatíveis com a de magmatismo intraplaca, revelando assim, o caráter bimodal da seqüência.

Por outro lado, o corpo anfibolítico do Jaraguá, discordante do pacote predominantemente metapsmítico, tem características geoquímicas mais próximas de magmatismo de fundo oceânico, e nesse sentido, embora de idade ainda desconhecida, assemelha-se com às rochas metabásicas supracrustais da região de Pirapora do Bom Jesus.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F. F. M. de; Hasui, Y; Brito Neves, B. B; Fuck, R. A. 1981. Brazilian Structural Provinces: *An Introduction. Earth-Science Reviews*, **17**(1/2): 1-29.
- Campos Neto, M. da C. 2000. Orogenic Systems From Southwestern Gondwana: an Approach to Brasiliano-Pan African Cycle and Orogênic Collage in Southeastern Brazil. Tectonic Evolution of South American. Cordani, U. G.; MILANI, E. J; THOMAZ FILHO, A; CAMPOS, D. A. (EDs.). XXXI. *International Geological Congress*, Rio de Janeiro, Brazil: 335-365.
- Carneiro, C. D. R; Hasui Y; Dantas A. S. L. 1984. Contribuição ao Estudo da Litoestratigrafia do Grupo São Roque na Faixa Jaraguá-Cristais –SP. *Anais do XXXIII Congr. Bras. Geol.*, Rio de Janeiro, p. 3212 – 3226.
- Coutinho, J. M. V. 1955. Metaconglomerado e rochas associadas no Município de São Paulo. *Boletim Fac. Fil. C. Let. USP*186, Mineralogia 13, 5-55.
- Gomes, C. de Barros. 1962. Contribuição ao Conhecimento dos Anfibolitos da Região do Jaraguá, SP. *Boletim Sociedade Brasileira de Geologia*, **11**(1): 57-73.
- Juliani, C; Martin, M. <sup>a</sup>B; Clarimundo, S. de J; McReath, I; Pertersen Jr., K. J. 1999. Geologia dos Grupos Serra do Itaberaba e São Roque entre o Pico do Jaraguá e Araçarigüama, São Paulo. In: *Simpósio de Geologia do Sudeste*, Águas de São Pedro. *Boletim de Resumos*. SBG/NSP-NRJ/ES, (6): 26.
- McReath, I; Jardim de Sá, E. F; Fryer, B. J. 1981. As Vulcânicas Ácidas Proterozóicas da Região da Bacia do Rio Paramirim – Bahia. *Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia*. Secretaria de Minas e Energia, 4: 121-134.
- Moraes Rego, L. F. de. 1933. Contribuição ao estudo das formações pré-devonianas de São Paulo. *Boletim do Instituto Astronômico e Geographico*. São Paulo – SP: 55p.
- Oliveira, M. A. F de; Melo, R. P; Nardy, A. J. R; Arab, P. B; Trindade, I. 2008. New U/Pb Palaeoproterozoic Zircon Age For The Cajamar Metabasite, São Roque Group, Central Ribeira Belt, Southeastern Brazil. *VI South American Symposium on Isotope Geology*. San Carlos de Bariloche – Argentina: 1-4.
- Pearce, J. A & Norry, M. J. 1979. Petrogenetic Implications of Ti, Zr, Y, and Nb Variations in Volcanic Rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, (69): 33-47.
- Pearce, J. A; Harris, N. B. W; Tindle, A. G. 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, **25**(4): 956-983.
- Tassinari, C. C. G; Munhá, J. M. U; Correia, C. T. 2001. Neoproterozoic Oceans in the Ribeira Belt (southeastern Brazil): The Pirapora do Bom Jesus Ophiolitic Complex. *Episodes*, **24**(4): 245-251.
- Taylor, S. R. & McLennan, S. M. – 1985. The Continental Crust: Its Composition and Evolution. Oxford – Blackwell: 234p.
- van Schumus, W. R; Tassinari C. C. G; Cordani, U. G. 1986. Estudo Geocronológico da Parte Inferior do Grupo São Roque. *Anais do XXXIV Congr. Bras. Geol*, Goiânia, Goiás (3): 1399 – 1406.
- Wedepohl, K. H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **59**(7): 1217-1232.