

Química de minerais máficos do Sienito Pedra Branca (MG): implicações para as condições de cristalização

Bruna Borges Carvalho e Valdecir de Assis Janasi (Departamento de Mineralogia e Geotectônica)

**Rua do Lago, 562. Cidade Universitária Cep 05508-080 São Paulo-SP
Universidade de São Paulo - Instituto de Geociências**

Abstract

The chemistry of pyroxene and biotite reflects important contrasts between different units of the Pedra Branca Syenite (SW Minas Gerais; ~610 Ma). One important unit made up of silica-saturated to undersaturated syenites, crystallized under strongly oxidizing conditions (~HM buffer) has magnesium-rich mafic minerals (phlogopite) and sodic pyroxenes, whereas quartz-bearing syenites crystallized under less oxidizing (~NNO buffer), and show as main mafic minerals hemo-ilmenite, Mg-rich biotite and calcic clinopyroxene, which in one unit coexists with orthopyroxene, indicating a distinct, subalkaline affinity.

Palavras-chave: sienito, condições redox, química mineral

Introdução

O Sienito Pedra Branca é um corpo intrusivo de idade neoproterozóica (~610 Ma; Topfner, 1996), de forma semi-circular, diâmetro aproximado de 13 km, localizado na região sul do Estado de Minas Gerais, formando área de relevo destacado na borda sudeste do Maciço Alcalino cretáceo de Poços de Caldas. É intrusivo na *Nappe* Socorro-Guaxupé (NSG), um terreno alóctone que cavalga, a leste, a porção SW do Cráton do São Francisco, e que resultou da convergência entre as placas São Francisco e Paranapanema no final do Neoproterozóico (Campos Neto & Caby, 2000). Em contraste com as *nappes* vizinhas, a NSG é caracterizada pela ocorrência de expressivos volumes de granito, e por metamorfismo de alta temperatura, que alcança a fácies granulito em suas porções basais; é interpretada como um terreno de arco magmático continental que se desenvolveu na margem da placa Paranapanema (Campos Neto, 2000).

O Sienito Pedra Branca é formado predominantemente por rochas de natureza potássica, e, ao lado do vizinho Sienito Capituva (Janasi, 1993), é interpretado como produto da fusão de horizontes enriquecidos no manto litosférico subcontinental previamente modificado por subducção (Janasi et al., 1993). Foi inicialmente considerado um produto da fenitização de rochas pré-Cambrianas (Ellert, 1959); entretanto Winters (1981), em estudo mais detalhado, demonstrou o caráter magmático da ocorrência. Mapeamento de semi-detalle realizado por Janasi (1996) revelou a presença de quatro unidades principais, todas de composição sienítica e dispostas em forma de semi-anel, que se diferenciam pela textura e conteúdo mineral. A área de relevo mais destacado é ocupada por sienitos laminados saturados (sem quartzo) a localmente insaturados (com nefelina) (SSIL). Externamente a esta unidade, e dela separada por um septo de granitos encaixantes, ocorrem sienitos laminados portadores de quartzo (SSLE); internamente, ocorre uma unidade de sienitos semelhantes, também supersaturados, mas mais grossos e com textura laminada melhor desenvolvida (SSL). O núcleo do plúton é ocupado por sienitos equigranulares finos a médios com foliação pouco desenvolvida (SSE). A intrusão do Maciço Alcalino de Poços de Caldas seccionou toda a metade ocidental do plúton, e provocou alteração metassomática local, associada ao contato com diques de fonolito.

Contrastes geoquímicos entre as diferentes unidades podem ser identificados, mas uma assinatura muito peculiar comum a todo o plúton se sobrepõe, com destaque para os elevados teores de elementos litófilos como K₂O (5,5-7,5%), Ba (4000-10000 ppm), Sr (2000-4000 ppm), além de outros incompatíveis como P₂O₅ (1,0-1,5%) e LREE (La= 100-300 ppm) (Janasi, 1996).

Neste trabalho, são apresentados dados de quimismo mineral (piroxênio e biotita) das principais unidades do Sienito Pedra Branca, que demonstram os importantes contrastes entre as unidades mapeadas, refletindo variações nos parâmetros intensivos, em especial as condições de oxidação.

Petrografia e Quimismo Mineral

Os sienitos das unidades supersaturadas SSE, SSL e SSLE apresentam características petrográficas semelhantes, como a presença de clinopiroxênio cálcico (diopsídio subidiomórfico de coloração verde claro). Na unidade SSE, além do diopsídio, ocorre ortopiroxênio (enstatita), como cristais pequenos de alto relevo e coloração marrom. O anfibólio presente é a hornblenda, de caráter tardio, denunciado pela forma irregular, substituindo total ou parcialmente o diopsídio.

O feldspato alcalino possui aspecto turvo (resultado de abundantes inclusões de hematita) e, em alguns casos, ocorre zonado. Em todas as unidades supersaturadas ocorrem pertitas, mais abundantes nas unidades centrais. Plagioclásio, com

An₂₀ (oligoclásio), foi observado apenas nas unidades supersaturadas, e é visto como raros cristais xenomórficos, com bordas corroídas, sempre englobado pelo feldspato alcalino.

A biotita em geral se associa ao piroxênio e com frequência é intersticial; na unidade SSE é rara, e em geral claramente secundária. O quartzo é sempre intersticial, e está presente em proporções inferiores a 6%.

Entre os minerais acessórios, a apatita é muito abundante, e com frequência idiomórfica, enquanto a titanita é geralmente anédrica e pode ocorrer mantendo os minerais opacos, que têm forma subédrica a anédrica, e correspondem a intercrescimentos de ilmenita e hematita.

A unidade SSIL apresenta uma tendência alcalina que pode ser caracterizada pela ocorrência de piroxênios de cor verde mais pronunciadas, mais ricos em Na. Podem mostrar zoneamento, com cores intensas na borda. O anfibólio é uma edenita de cor verde claro, que ocorre sempre substituindo o piroxênio. A biotita aparece como pequenos cristais alaranjados sempre associados a outros minerais máficos, como o clinopiroxênio.

Os feldspatos alcalinos compõem mais 60% da rocha, e assim como nas unidades supersaturadas, apresentam hábito tabular e aspecto turvo. Em uma das amostras foi identificada nefelina, que apresenta hábito irregular e ocorre de forma intersticial, em proporções menores que 1%. Os minerais opacos que ocorrem nesta unidade são hematita e magnetita. A hematita é praticamente pura, com pequena proporção de lamelas de ilmenita, em contraste com as unidades supersaturadas.

As variações químicas observadas nos piroxênios das unidades presentes no plúton caracterizam a tendência alcalina da unidade SSIL, uma vez que os piroxênios dessa unidade são mais sódicos, enquanto os encontrados nas outras unidades apresentam caráter mais cálcico. A Figura 1 mostra os símbolos utilizados nos diagramas de variação.

O diagrama WEF (wollastonita-enstatita-ferrosilita)- Jd (jadeíta)- Ae (aegirina) (Fig. 2) demonstra a tendência alcalina dos piroxênios presentes na unidade SSIL. Nesta unidade o piroxênio torna-se mais sódico, chegando a egrina-augita.

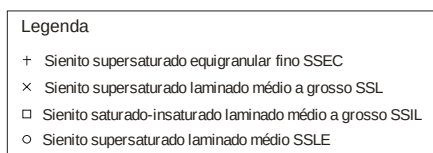


Figura 1: Simbologia utilizada para os diagramas de variação.

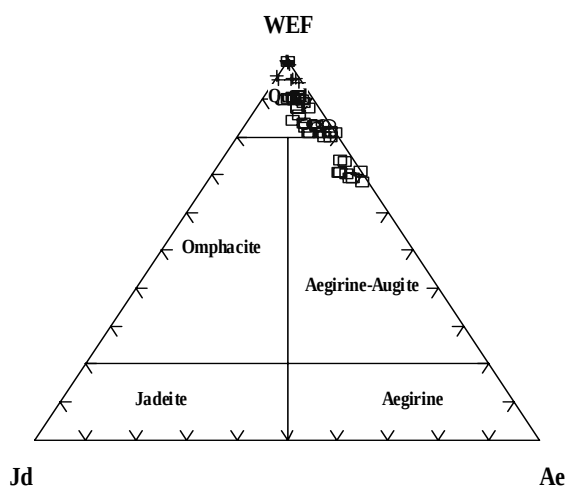


Figura 2: Diagrama classificatório WEF-Jd-Ae de piroxênios do maciço Pedra Branca..

O diagrama CaSiO₃ (wollastonita)- MgSiO₃ (enstatita)- FeSiO₃ (ferrosilita) (Fig. 3) foi utilizado para classificar os piroxênios. Os dados da unidade SSEC revelaram a presença de ortopiroxênio, sempre associado ao clinopiroxênio. Para a unidade SSLE observa-se que o piroxênio é mais rico em cálcico (diopsídio).

O diagrama binário $\text{Fe}^{3+} + \text{Na}^+ \leftrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$ (Fig. 4) representa uma troca catiônica importante que ocorre nos piroxênios. Os piroxênios da unidade SSIL admitem essa troca, tal fato resulta composições mais sódicas chegando a egrina-augita.

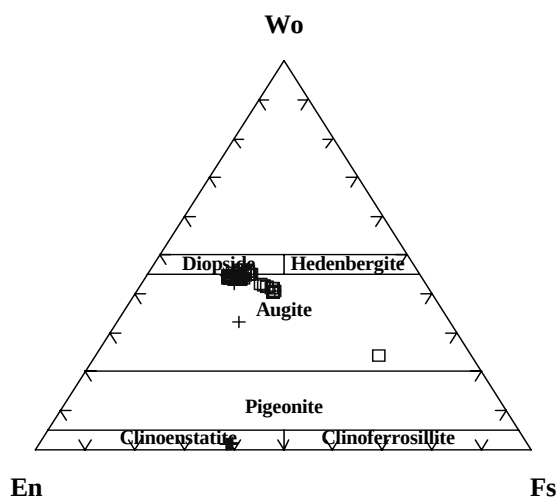


Figura 3: Diagrama classificatório Wo-En-Fs de piroxênios do maciço Pedra Branca.

Através dos dados químicos das biotitas presentes nas unidades estudadas foi possível obter um diagrama classificatório (Fig. 5), no qual observa-se uma tendência magnesiânica das mesmas, assim um enriquecimento da molécula flogopita pode ser observado nas unidades SSL, SSIL e SSLE. Diferentemente da unidade SSIL, as biotitas das unidades SSL e SSLE admitem maior quantidade de Al em sua estrutura cristalina.

O diagrama Ti x Mg# (Fig. 6) ilustra a tendência magnesiânica das biotitas da unidade SSIL em relação às unidades SSL e SSLE. A biotita da unidade SSLE apresenta maiores conteúdos em Ti, enquanto as da unidade SSIL possuem os maiores Mg#. É notável a presença de dois tipos de biotita na unidade SSL, ambas apresentam valores intermediários de Ti, e diferem na quantidade de Mg, fato que indica a existência de duas gerações distintas deste mineral.

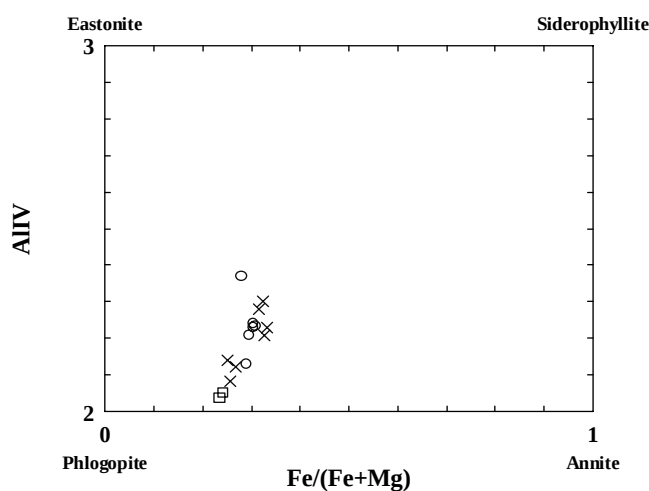


Figura 5: Diagrama para classificação de biotitas do sienito Pedra Branca.

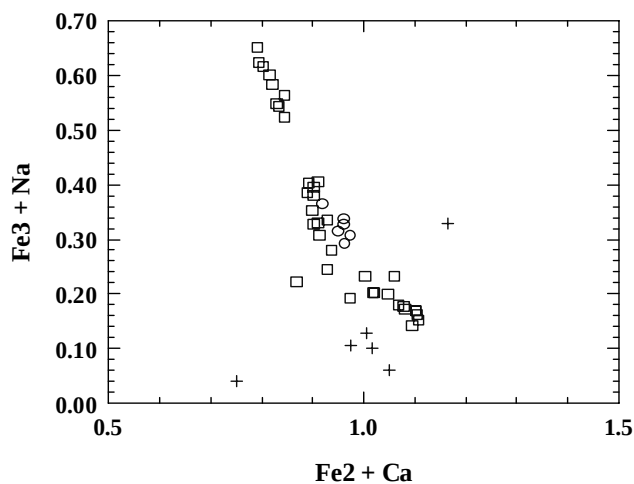


Figura 4: Diagrama $\text{Fe}^{3+}+\text{Na}$ x $\text{Fe}^{2+}+\text{Ca}$ para piroxênios do maciço Pedra Branca.

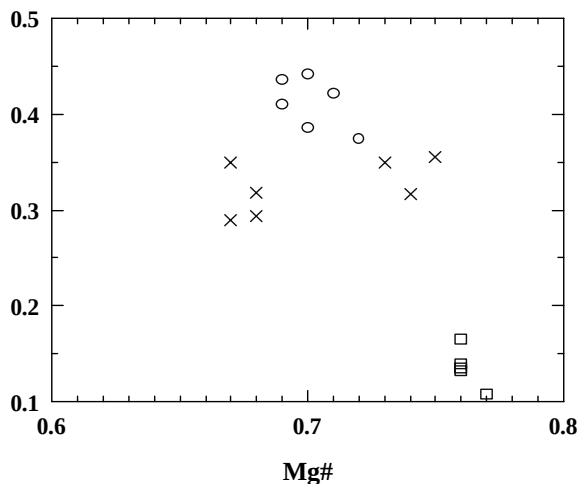


Figura 6: Diagrama Ti x Mg# para biotitas do sienito Pedra Branca.

Conclusões

As paragêneses e a química mineral evidenciam o forte contraste existente entre os sienitos da unidade saturada a insaturada (SSIL) e as demais unidades do Sienito Pedra Branca, que têm caráter supersaturado em sílica. A presença da associação hematita + magnetita na unidade SSIL demonstra o caráter fortemente oxidado dessa unidade (próximo ao

tampão HM), que se reflete na formação de minerais máficos mais magnesianos (flogopita) e de piroxênio rico no componente acmita, associado à troca catiônica $\text{Fe}^{3+} + \text{Na} = (\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}) + \text{Ca}$. As causas da extrema oxidação observada nesta unidade e sua possível relação com a formação de rochas com afinidades geoquímicas contrastadas (insaturadas x supersaturadas em sílica; com piroxênio alcalino x par ortopiroxênio + clinopiroxênio cálcico) serão objeto de estudos adicionais, envolvendo geoquímica de rochas e isotopia Sm-Nd.

Referências bibliográficas

- Campos Neto M.C. 2000. Orogenic systems from Southwestern Gondwana: An approach to Brasiliano-Pan-African cycle and orogenic collage in Southeastern Brazil. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho & D.A. Campos (Eds.): Tectonic Evolution of South America. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, p. 335-365.
- Campos Neto, M.C., Caby, R., 2000. Lower crust extrusion and terrane accretion in the Neoproterozoic nappes of southeast Brazil. *Tectonics* **19**(4), 669–687.
- Ellert, R. 1959. Contribuição à geologia do maciço alcalino de Poços de Caldas. *Boletim FFCL/USP* **237**, 5-63.
- Janasi, V.A. 1992. Rochas sieníticas e mangerítico-charnoquíticas da região entre Caldas e Campestre, MG: aspectos petrológicos. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1992, 281 p.
- Janasi, V.A. 1993. Petrogenesis and tectonic setting of the neoproterozoic Capituva K-syenite, SW Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(2): 129-138
- Janasi, V.A.; Vlach, S.R.F. & Ulbrich, H.H.G.J. 1993. Enriched-mantle contributions to the Itu granitoid belt, southeastern Brazil: evidence from K-rich diorites and syenites. In: A.N. Sial & V.P.Ferreira (Eds.): Proceedings of the workshop MAGMA. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **65** (supl.1), 107-118.
- Janasi, V.A. 1996. Os sienitos potássicos neoproterozóicos do maciço Pedra Branca, SW de Minas Gerais: geologia, petrografia e geoquímica. In: *Congresso Brasileiro de Geologia* **39**. *Anais...* Salvador-BA, p. 453-455.
- Töpfner, C., 1996. Brasiliano-granitoides in den Bundesstaaten São Paulo und Minas Gerais, Brasilien- eine Vergleichende studie. *Münchner Geol. Hefte* A17.
- Winters, A.A.M. 1981. A Geologia do Maciço Sienítico da Pedra Branca, Caldas-MG. São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, USP, 92 p.