

OS PIROXÊNIOS DOS DIQUES MÁFICOS E ULTRAMÁFICOS DO LITORAL ENTRE SÃO SEBASTIÃO E UBATUBA, SP.

Gianna Maria Garda ¹ & Johann Hans Daniel Schorsch ²

1 Instituto Geológico, SMA-SP

2 Instituto de Geociências, USP

Como assinalado por DAMASCENO (1966), as rochas que constituem os diques que cortam o Complexo Costeiro entre São Sebastião e Ubatuba (litoral do Estado de São Paulo) enquadram-se em dois grupos: rochas básicas a intermediárias e lamprófiros. Ambos os grupos são também encontrados nas ilhas de São Sebastião, Anchieta e do Mar Virado.

No diagrama de classificação das rochas ígneas de Le Maitre (1989), os dados geoquímicos das rochas básicas e intermediárias plotam nos campos dos basaltos, traquibasaltos e traquiandesitos basálticos, enquanto os lamprófiros caem nos campos dos foiditos, picrocabaltos e tefritos (GARDA et al. 1994). Quanto à composição mineral, os lamprófiros podem ser classificados em função dos minerais essenciais ricos em voláteis (ROCK 1991): camptonitos (com kaersutita), monchiquitos (com kaersutita e analcima), biotita lamprófiros, nos quais se inclui uma variedade ultramáfica denominada alnöito, e lamprófiros pícríticos.

A fórmula estrutural dos piroxênios é $M_2M_1T_2O_6$, onde M_1 e M_2 correspondem às posições dos cátions em coordenação octaédrica e T às posições dos cátions em coordenação tetraédrica. Os piroxênios ferromagnesianos e os cálcicos podem ser representadas no quadrilátero Quad, que é um polígono definido no sistema enstatita-wollastonita-ferrossilita (MORIMOTO 1988).

Os piroxênios dos alnöitos deste estudo são um exemplo de que o Quad nem sempre é adequado para representar certas composições. Esses piroxênios apresentam mg [= $Mg/(Mg + Fe_2)$] da ordem de 0,85, as quantidades mais elevadas de TiO_2 (4-8%) e Al_2O_3 (10-14%) e as mais baixas de SiO_2 (34-43%), cuja deficiência é típica nessas rochas. Desta forma, praticamente todo o Al deve suprir a falta de Si para completar a posição T . Consequentemente, todo Ti , Mg e Fe ficam alocados na posição M_1 e Ca , praticamente sozinho, ocupa a posição M_2 . O diagrama Quad apenas destaca as quantidades elevadas de CaO nesses piroxênios, que plotam acima do limite diopsídio-hedenbergita ($Wo > 50$), fora do campo dos piroxênios ferromagnesianos e cálcicos típicos (FIG. 1).

O parâmetro Outros (CAMERON & PAPIKE 1981) caracteriza de maneira mais apropriada o comportamento dos piroxênios dos alnöitos. A equação de balanço de carga (PAPIKE et al. 1974) pode ser simplificada como: $VIAI + Fe_3 + 2Ti_4 = IVAl$, sendo $IVAl$ (tetraédrico) e Ti as variáveis que definem o parâmetro Outros. Esse parâmetro nos piroxênios dos alnöitos atinge até 50%, ou seja, apenas os 50% restantes são representados pelas variáveis do Quad (Mg , Ca e Fe_2).

Nos piroxênios dos demais lamprófiros ($mg = 0,80$), Outros também é relativamente elevado, atingindo 30%. Nos diagramas Quad (FIGS. 2 a 5) esses piroxênios situam-se também acima do limite Di-Hd, sustentando que praticamente apenas Ca preenche M_2 .

As relações entre Ti , Al e Fe também podem ser observadas nos megacristais zonados, por exemplo, dos tefritos. As bordas desses ($mg \approx 0,76$ e $Wo \approx 53$) são mais ricas em Fe , Al e Ti , aparecendo ao microscópio mais rosadas (Ti mais abundante) que as porções centrais ($mg \approx 0,87$ e $Wo \approx 49$). A coloração rosada também é característica dos piroxênios da matriz dessas rochas, cujas composições estão representadas na FIGURA 6.

As rochas de composição básica a intermediária apresentam piroxênios com $mg \leq 0,75$ e Outros $< 25\%$. A FIGURA 7 mostra a variação composicional desses piroxênios de diferentes diques basálticos. Os piroxênios das amostras IA-7B, PSC-7 e SA-1-B1 caem no campo da augita ($20 < Wo < 45$), enquanto as amostras PE-1A, PE-7 e IA-7A apresentam tanto augitas (inclusive subcálcicas) como pigeonitas.

Os traquibasaltos (FIGURA 8) estão representados pelas amostras das bordas do dique da Ponta do Bonete, cuja espessura é de 30m e sua composição varia de básica (bordas) para intermediária (porções centrais), onde quartzo aparece intercrescido com feldspato. Os piroxênios das porções de borda apresentam $Wo > 38$. Esta observação difere do que foi descrito no dique de Toninhas (GOMES & RUBERTI 1979), em cujas bordas aparece pigeonita intermediária e, mais raramente, ferroaugita subcálcica e pigeonita magnesiana. A pigeonita desaparece nas porções centrais do dique, dando lugar a augitas mais cálcicas. Esta tendência para composições mais alcalinas em direção ao centro do dique também está retratada nas composições dos feldspatos e nas das rochas do dique, que passam, das bordas para o centro, de traquiandesitos basálticos para traquiandesitos (segundo a classificação de Le Maitre 1989).

Os piroxênios dos traquiandesitos basálticos deste estudo caem nos campos da augita subcálcica e pigeonita (FIGURA 9).

As composições dos piroxênios dos basaltos, traquibasaltos e traquiandesitos basálticos definem tendências que, representadas no diagrama de relações politermais dos piroxênios do Quad para 1 atm (LINDSLEY 1983), indicam como temperaturas mínimas de cristalização das pigeonitas e augitas valores entre 1000° e 1100°C. A FIGURA 10 apresenta as composições dos piroxênios das amostras MV-1-A, MV-1-B e IA-4 plotadas nesse diagrama. As temperaturas assim obtidas também são confirmadas pelo diagrama de variação da temperatura crítica no solvus augita-pigeonita e de estabilidade mínima da pigeonita a 1 atm de LINDSLEY (1983).

BELLIENI et al. (1988) reexaminaram as análises dos piroxênios dos diques da região costeira entre Santos e Rio de Janeiro (COMIN-CHIARAMONTI et al. 1983) e observaram que nos diques de afinidade tholeiítica, comparando-se os piroxênios ricos em Ca cristalizados inicialmente com os mais tardios, havia um leve decréscimo de Wo. O inverso caracterizou os piroxênios ricos em Ca das rochas com tendências subalcalinas-alcalinas, plotando os mais tardios no campo das augitas subcálcicas. Essas augitas são, na realidade, exsoluções lamelares de pequena escala de augita e pigeonita, resultado da decomposição espinoidal (MELLINI et al. 1988). Os raros ortopiroxênios dessas rochas são de cristalização tardia e distinguem-se por Fetal alto.

As composições e afinidades das rochas básicas a intermediárias e dos lamprófiros deste estudo são bem retratadas pelos seus piroxênios. Pigeonitas e augitas subcálcicas aparecem nos diques de composição básica a intermediária indicando tendências tholeiíticas, enquanto os piroxênios dos lamprófiros (augitas ricas em Ti) indicam evolução com tendências alcalinas, até o extremo dos alnöítios, onde Ti, Al e Fe passam a ter papel muito importante nas substituições que tentam compensar as deficiências em Si. Os tefritos, conforme indicaram as composições dos megacristais zonados de piroxênio podem corresponder a magmas menos hidratados que os lamprófiros, porém de mesma filiação.

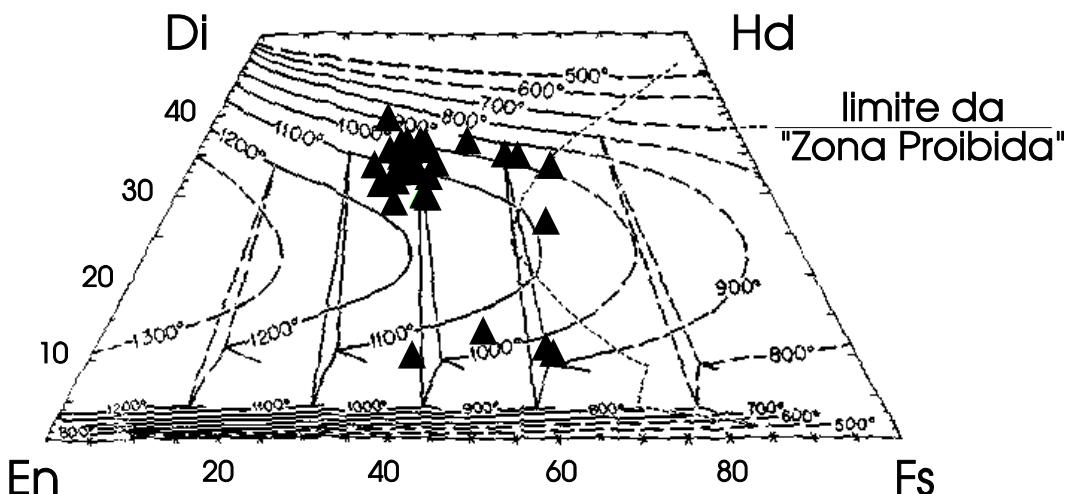


FIG. 10 - Relações politermais dos piroxênios do Quad para 1 atm (LINDSLEY 1983). Os triângulos representam as composições dos piroxênios das amostras MV-1-A, MV-1-B e IA-4, representados na FIG. 9.

Agradecimentos

G.M. Garda agradece ao Prof. David I. Groves e ao Dr. Brendon J. Griffin pelo uso do microscópio eletrônico de varredura JEOL 6400 do Centre for Microscopy and Microanalysis da University of Western Australia e à CAPES, pela concessão da bolsa PDEE (Proc. 1798/93) para a realização da parte experimental de seu doutorado, em que se inclui este trabalho, na Austrália.

Referências bibliográficas

- BELLIENI, G. et al. (1988), em: The Mesozoic flood volcanism of the Paraná Basin: Petrogenetic and geophysical aspects. IAG-USP, p. 73-92.
 CAMERON, M. & PAPIKE, J.J. (1981), Am. Miner. 66:1-50.
 COMIN-CHIARAMONTI, P. et al. (1983), Neues J. Min., Abbh. 146(2):133-150.

- DAMASCENO, E.C. (1966), An. Acad. Bras. Ciências, 38(2):293-304.
 GARDA, G.M. et al. (1994), ISUM, Extended Abstracts, p. 106-107.
 GOMES, C.B. & RUBERTI, E. (1979), Bol. Miner. 6:55-66.
 Le Maitre, R.W. (1989) A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell Scientific Publications, 193p.
 LINDSLEY, D.H. (1983), Am. Miner. 68:477-493.
 MELLINI, M. et al. (1988), Lithos 22:127-134.
 Morimoto, N. (1988), Am. Miner. 73:1123-1133.
 PAPIKE, J.J. et al. (1974), Geol. Soc. Am. Abstracts with Programs 6:1053-1054.
 ROCK, N.M.S. (1991), Lamprophyres. Blackie & Son Ltd., 285p.

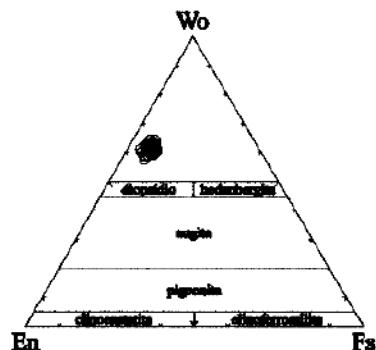


FIG.1 - Piroxênios dos almanditos

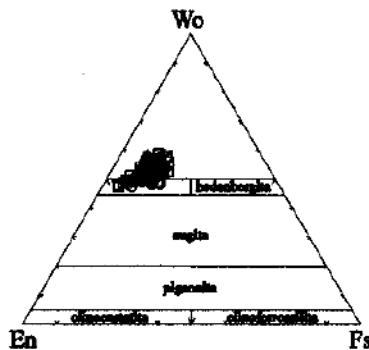


FIG.2 - Piroxênios dos camptonitos

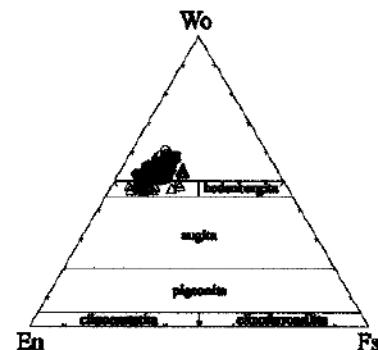


FIG.3 - Piroxênios dos monchiquitos

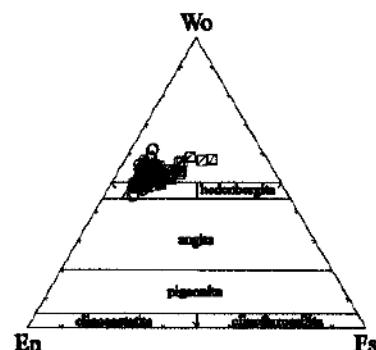


FIG.4 - Piroxênios dos lamprófiros picrofíticos

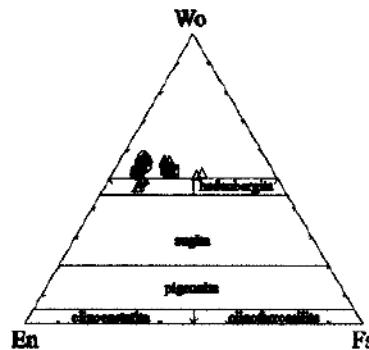


FIG. 5 - Piroxênios dos biotita lamprófiros

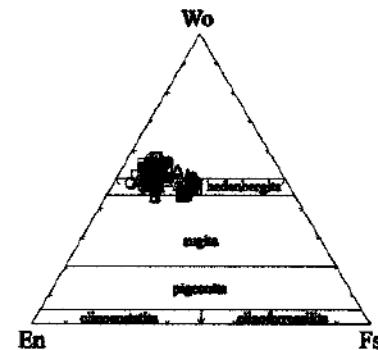


FIG.6 - Piroxênios dos tefritos

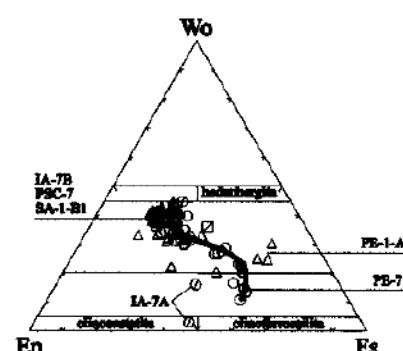


FIG. 7 - Piroxênios dos basaltos

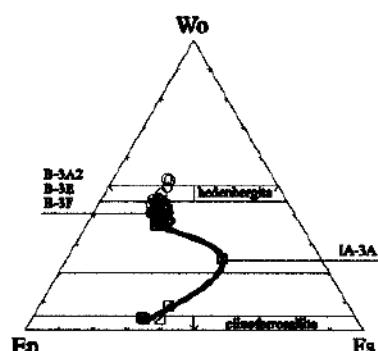


FIG. 8 - Piroxênios dos traquibasaltos

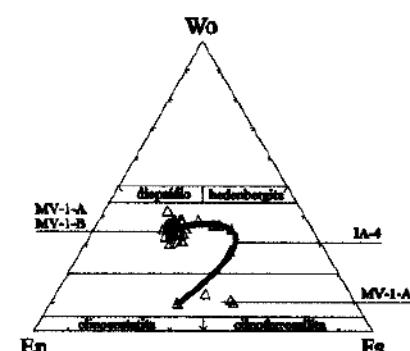


FIG. 9 - Piroxênios dos traquiandesitos basálticos