



PETROGRAFIA E QUÍMICA MINERAL DE FRAGMENTOS DE ROCHAS GÁBRICAS E DIORÍTICAS EM DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS DE FERNANDO DE NORONHA, PE

M.N.C. ULBRICH¹ & R.P. LOPES²

1.mulbrich@usp.br - Depto. de Mineralogia e Geotectônica, IG-USP

2.mada@usp.br - Pós-graduação, IG-USP

INTRODUÇÃO

Quantidades subordinadas de fragmentos de rochas faneríticas de granulação média a grossa, com composições de anfibólio gabros e dioritos, monzogabros e monzodioritos, ocorrem como lapilli e blocos (entre ± 2 e ± 10 cm de diâmetro) nas rochas piroclásticas da unidade basal da Formação Remédios, na Enseada da Caieira, juntamente com abundantes fragmentos das rochas alcalinas expostas, pertencentes a essa mesma Formação.

A Formação Remédios (Almeida, 1955) representa o evento vulcânico mais antigo encontrado na ilha principal do arquipélago, com idades K-Ar entre 12 e 8 Ma (Cordani, 1970). Compreende um conjunto de diques, domos e "plugs" de rochas alcalinas que variam de básicas-ultrabásicas (lamprófiros e basaltos alcalinos, tefritos, basanitos, etc.) a intermediárias (traquitos e fonólitos), todos eles intrusivos nesses depósitos piroclásticos.

Trabalhos anteriores (Ulbrich, 1993; Ulbrich et al., 1994) permitiram estabelecer duas séries distintas na suíte alcalina: uma moderadamente potássica constituída por álcali basaltos, traquiandesitos e traquitos e a outra subsaturada, de tendência sódica, representada por basanitos, tefritos, essexitos, tefrifonólitos e fonólitos.

Mencionava-se também nesses trabalhos a provável existência de um "Complexo Ígneo Central", formado por "rochas plutônicas", semelhante ao descrito por Furnes & Stillman (1987) em Cabo Verde, com base na existência de esses fragmentos de rochas faneríticas encontrados nos depósitos piroclásticos (ver também Almeida, 1955).

Neste trabalho são apresentadas as principais feições petrográficas de uma coleção de 24 fragmentos, assim como dados químicos dos seus minerais constituintes, obtidos em amostras representativas, a fim de estabelecer possíveis relações genéticas entre eles e também com as rochas alcalinas aflorantes.

DESCRIÇÃO MICROSCÓPICA DOS FRAGMENTOS

A maioria dos fragmentos têm composições que variam de anfibólio gabros e dioritos a monzogabros e monzodioritos, considerando apenas a composição dos plagioclásios e a presença ou ausência de feldspato alcalino nessas rochas portadoras de clinopiroxênio. As variações mineralógicas e texturais, entretanto, vão além desta simples classificação. Em primeiro lugar, destaca-se a presença constante e a abundância de anfibólio kaersutítico, evidenciando o caráter alcalino das rochas. O mineral ocorre comumente em grãos ou agregados de grãos xenomórficos substituindo clinopiroxênio e/ou como cristais poiquilíticos, incluindo plagioclásios e relictos de piroxênio e também aparecendo, em alguns dos

blocos, como mineral máfico essencial, acompanhado por escassa biotita, formando, nesses casos, cristais subidiomórficos junto com plagioclásio. Ocasionalmente, a biotita torna-se também mineral essencial. Grãos de clinopiroxênio incolor-esverdeado sem zoneamento, ou com variações centro-borda pouco marcadas, são vistos em alguns fragmentos; em muitos deles, porém, o mineral é escasso e aparece apenas como relictos. Em um dos blocos, muito rico em anfibólio, ocorrem veios finos (de até 1 mm de largura) compostos por grãos pequenos de clinopiroxênio verde. Nas rochas caracterizadas como gábricas, os plagioclásios cálcicos aparecem opticamente homogêneos apenas em um dos blocos; na maioria, porém, são fortemente zonados, com os núcleos de labradorita de contorno mais ou menos irregular, bordados por andesina-oligoclásio. Nos monzogabros e monzodioritos o feldspato alcalino forma cristais grandes, comumente poiquilíticos. A magnetita é intersticial, exceto nos monzodioritos, nos quais todos os minerais máficos imersos no feldspato alcalino são idiomórficos. Apatita, idio-subidiomórfica, é mineral comum; já a titanita aparece bordejando magnetita em algumas rochas e formando cristais idiomórficos nas mais evoluídas. Dois fragmentos de rochas monzodioríticas possuem material criptocristalino a vítreo, intersticial.

As estruturas variam de maciças a bandadas e as texturas são comumente cumuláticas e, ocasionalmente, hipidiomórficas. Estruturas bandadas foram observadas macroscopicamente em alguns blocos, principalmente nos dioritos; ao microscópio, essas rochas apresentam não somente cumulos de minerais máficos e plagioclásios mais ou menos concentrados em bandas distintas, mas também marcada laminação resultante da orientação subparalela das ripas de plagioclásio (o comprimento chega, em alguns casos a ser 8 a 10 vezes maior que a largura).

Dentre os lapilli e blocos com texturas cumuláticas destacam-se alguns compostos unicamente por minerais máficos (cumulatos máficos): lentes de cumulos de apatita e clinopiroxênio com magnetita e anfibólio intercumulus; em alguns fragmentos as lentes estão separadas por agregados de grãos de anfibólio, também em parte cumuláticos.

Evidências de deformação são comuns nas rochas que contêm biotita, nas quais o mineral aparece deformado e parcialmente quebrado; foram vistas também, em um dos fragmentos, faixas estreitas (2-5 mm) de rocha milonitizada.

QUÍMICA MINERAL

Clinopiroxênios: São salitas a ferrossalitas em todos os fragmentos analisados. Nos anfibólio gabros e dioritos muito ricos em minerais máficos, a composição dos piroxênios é $Wo_{49}En_{39}Fs_{12}$; os valores de



mg# = $[100\text{Mg}/(\text{Mg}+\text{Fe}^{2+})]$ variam entre 76 e 78 e contêm 46-47% de SiO_2 , 5,2-6,8% de Al_2O_3 e 2,2-2,5% de TiO_2 . Já nos anfibólitos dioritos bandados, com abundante plagioclásio, as composições dos piroxênios em diferentes amostras são $\text{Wo}_{48-49}\text{En}_{34-35}\text{Fs}_{17-18}$, mg# = 67-72, $\pm 50\%$ de SiO_2 , 2,3-3,1% de Al_2O_3 e 0,51-0,62% de TiO_2 .

Clinopiroxênios zonados ocorrem em alguns blocos, principalmente nos monzogabros e monzodioritos; as variações detectadas em cristais individuais são $\text{Wo}_{48-49}\text{En}_{30-33}\text{Fs}_{22-18}$, mg# = 58-67, SiO_2 = 46-49%, Al_2O_3 = 2,4-6,0%, TiO_2 = 0,4-1,5%.

Piroxênios com composições um pouco diferentes das mencionadas acima foram encontrados nos cumulos máficos e nos veios tardios que atravessam um dos fragmentos. Os primeiros são mais ricos em CaO ($\text{Wo}_{51}\text{En}_{32}\text{Fs}_{17}$, mg# = 66) e possuem os menores teores de SiO_2 (43-44%) e mais elevados de Al_2O_3 (8,7-9,5%); TiO_2 varia entre 2,3 e 2,8. Os segundos, com 51-52% de SiO_2 , são ricos em MgO ($\text{Wo}_{47}\text{En}_{40}\text{Fs}_{13}$, mg# = 75-77) e pobres em TiO_2 (0,15-0,22%) e Al_2O_3 (0,65-1,3%).

Os dados químicos dos piroxênios são consistentes com as mudanças na composição mineralógica dos vários fragmentos (de anfibólito gabros a monzodioritos). Existe correlação negativa entre Si e Al no conjunto dos piroxênios analisados, e uma forte correlação positiva entre Al^{IV} e Al^{total} , indicando que os diferentes teores de Al_2O_3 (e SiO_2) dos piroxênios estudados devem-se a mudanças na temperatura de cristalização do mineral (Kushiro, 1960). Os piroxênios dos cumulos máficos, mais ricos em Al^{IV} e Al^{total} , teriam se formado às maiores temperaturas, enquanto que os baixos valores de Al^{IV} e Al^{total} apresentados pelo mineral que ocorre nos veios tardios resultariam das baixas temperaturas de cristalização. Os dados dos piroxênios dos restantes tipos litológicos são intermediários entre esses valores extremos.

Anfibólitos: São cálcicos e variam de kaersutitas a pargasitas com ferro. Todos os anfibólitos possuem elevados teores de Al_2O_3 (12-15%) e variáveis de TiO_2 (1-6%). As menores quantidades de TiO_2 (1-2%) e maiores de FeO (18 a 20%) ocorrem nos anfibólitos de dioritos bandados e monzodioritos.

Biotitas: Possuem 14 a 15% de Al_2O_3 , entre 2 e 5% de TiO_2 e baixos teores de BaO (0,2-0,4%). A razão (Mg/Mg+Fe²⁺) varia entre 58 e 70; os valores mais elevados (67-70) correspondem às rochas gábricas e dioríticas muito ricas em minerais máficos.

As magnetitas possuem baixos teores de TiO_2 (0,2-0,6%) e, ocasionalmente, apresentam lamelas de exsolução de ilmenita.

Feldspatos: Os plagioclásios dos dioritos bandados têm composições restritas, porém diferentes em blocos distintos (e.g. $\text{An}_{18-22}\text{Ab}_{75-80}\text{Or}_{1-3}$ e $\text{An}_{32-35}\text{Ab}_{62-65}\text{Or}_{1-4}$). Nos plagioclásios zonados as variações são descontínuas, ficando bem caracterizados os núcleos e as bordas dos cristais. A composição dos plagioclásios dos anfibólitos gabros analisados é An_{67} a An_{63} nos núcleos e An_{32} e An_{22} nas bordas, com Or_{1-2} . Nos monzogabros, os núcleos variam de An_{57} a An_{40} e as bordas de An_{17} a An_{10} ; o teor de K_2O (em torno de 2%) é maior nas bordas dos plagioclásios destas rochas, que possuem feldspato alcalino, alcançando valores de Or_{10-13} . A composição dos feldspatos alcalinos é $\text{Or}_{54-60}\text{Ab}_{39-40}\text{An}_{1-2}$.

COMENTÁRIOS FINAIS

1) A mineralogia dos vários fragmentos indica uma típica sequência de cristalização de rochas máficas até intermediárias (anfibólito gabros a monzodioritos), a partir de um magma rico em água, provavelmente de composição basáltica. Os piroxênios, que aparecem como grãos distintos, ou como relictos parcialmente substituídos por anfibólito, tem composições consistentes com o tipo litológico do qual formam parte; as marcadas diferenças no teor de Al_2O_3 relacionam-se apenas a diferenças na temperatura de cristalização.

2) As texturas das rochas, predominantemente cumuláticas, sugerem processos complexos de cristalização, que poderiam realizar-se em um ou vários corpos rochosos diferentes. A abundância de anfibólito poiquilítico em alguns dos fragmentos estudados sugere que se trata de ortocumulatos formados em baixas profundidades (Mattioli et al., 1997) e, a julgar pelas relações $\text{Al}^{\text{IV}}/\text{Al}^{\text{total}}$ dos piroxênios, os dioritos bandados seriam também resultado de cristalização em câmaras magmáticas subvulcânicas.

3) A presença de material vítreo intersticial em alguns lapilli e blocos de rochas monzodioríticas pode indicar que o processo explosivo que formou os depósitos piroclásticos carregou fragmentos de rochas ainda não totalmente consolidadas (Mattioli et al., 1997; Wolff & Toney, 1993).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Processo 96/0027-9) pelo apoio financeiro para realização dos trabalhos de campo e de laboratório, à FAB (Força Aérea Brasileira) pelo transporte das amostras e ao IBAMA pelas facilidades oferecidas para efetuar estudos em Fernando de Noronha e pela colaboração durante a estadia no arquipélago.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.E.M. (1955) Geologia e petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha. DNPM, Monografia 13, 181 p.
- CORDANI, U.G. (1970) Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. Bol. Inst. Geociências e Astronomia, USP, 1:9-75.
- FURNES, H. & STILLMAN, C.J. (1987) The geochemistry and petrology of an alkaline lamprophyre sheet intrusion complex on Maio, Cape Verde Republic. J. Geol. Soc. London, 144:227-241.
- KUSHIRO, I. (1960) Si-Al relation in clinopyroxenes from igneous rocks. Amer. J. Sci., 258:548-554.
- MATTIOLI, M.; UPTON, B.G.J.; RENZULLI, A. (1997) Subvolcanic crystallization at Sete Cidades volcano, São Miguel, Azores, inferred from mafic and ultramafic plutonic nodules. Mineral. Petrol., 60:1-26.
- ULBRICH, M.N.C. (1993) Petrography of alkaline volcanic-subvolcanic rocks from the Brazilian Fernando de Noronha Archipelago, southern Atlantic Ocean. Bol. IG-USP, Sér. Cientif., 24: 77-94.
- ULBRICH, M.N.C.; MARÍNGOLO, V.; RUBERTI, E. (1994) The geochemistry of alkaline volcanic-subvolcanic rocks from the Brazilian Fernando de Noronha Archipelago, southern Atlantic Ocean. Geochim. Brasil., 8(1): 1-10.
- WOLFF, J.A. & TONEY, J.B. (1993) Trapped liquid from a nepheline syenite: a re-evaluation of Na, Zr, F-rich interstitial glass in a xenolith from Tenerife, Canary Islands. Lithos, 29:285-293.