

## CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA E GEOQUÍMICA DO VULCANISMO ALCALINO DE FERNANDO DE NORONHA, PE.

M.N.C. Ulbrich<sup>1</sup>, V. Maringolo<sup>2</sup>, E. Ruberti<sup>1</sup>

1- Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

2- Curso de Pós-Graduação, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo

O Arquipélago de Fernando de Noronha, situado a 345 Km à leste da costa brasileira, possui uma ilha principal e aproximadamente vinte ilhotas e rochedos constituídos por rochas subvulcânicas-vulcânicas alcalinas e sedimentos modernos.

As feições estratigráficas e petrográficas fundamentais foram estabelecidas por Almeida (1955), que caracterizou todo o conjunto das rochas subvulcânicas (e suas encaixantes) que ocupam a parte central da ilha principal, parte das áreas costeiras e algumas ilhotas como pertencentes a Formação Remédios, mais antiga. É separada por um hiato erosivo da Formação pós-erosional Quixaba, que inclui os extensos derrames de rochas ultrabásicas alcalinas que ocupam 2/3 da ilha principal.

Trabalhos de revisão de cunho petrográfico (Ulbrich, 1993) e geoquímico (Ulbrich et al., 1993) pretendem caracterizar esses dois eventos magmáticos, para servir de base a interpretações petrogenéticas.

A Formação Remédios, com idades K-Ar entre +/-12 e +/-8 Ma (Cordani, 1970), constitui um Complexo Subvulcânico Central, equivalente ao Complexo Ígneo Central definido em Cabo Verde (Furnes & Stillman, 1987), e está composto por domos, plugs, chaminés e diques de rochas que variam de basanitos-tefritos e álcali basaltos até traquitos e fonolitos, incluindo lamprófiros alcalinos, que atravessam uma Unidade Basal de rochas piroclásticas (tufos de lapilli, brechas e aglomerados vulcânicos). Contém esta Unidade Basal blocos e lapilli de algumas das rochas do Complexo Subvulcânico aflorante e também de outras rochas faneríticas tais como nefelina sienitos, monzogabros e monzosienitos com nefelina e biotita, anfibólio gabros e cumulatos vários.

As rochas mais abundantes da Formação Remédios são domos e diques de fonolitos porfiríticos e afíricos. Os primeiros possuem fenocristais e glomérulos de clinopiroxênio, kaersutita, opacos e titanita, em matriz

composta por feldspato alcalino, nefelina e piroxênio egípcio; estes três minerais também compõem os fonolitos afíricos.

Chaminés e plugs de traquiandesitos e traquitos são relativamente comuns. Álcali basaltos, raros, formam um pequeno plug e diques alterados, todos encontrados em áreas costeiras. Fonolitos tefríticos a tefritos fonolíticos e seus equivalentes de granulação grossa (glenmuiritos e allochetitos de Almeida, 1955) formam diques e um sill maior (essexito pôrfiro). A maioria dos diques, encontrados principalmente nas regiões costeiras, mas também no interior da ilha principal, é de rochas ultrabásicas-básicas. Estes diques foram separados em quatro grupos: Grupo I, limburgitos, com fenocristais de titanaugita, olivina e magnetita em matriz vítreia; Grupo II, tefritos e basanitos, com olivina, titanaugita e alguma magnetita em matriz felsica contendo labradorita ou anortoclásio com ou sem analcima e vidro intersticial; Grupo III, variando de tefritos ricos em anfibólio a lamprófiros tefríticos ou melanocráticos (melamonchiquitos de Almeida, 1955), com conteúdos progressivamente maiores de anfibólio kaersutítico; Grupo IV, de lamprófiros típicos com anfibólio, textura panidiomórfica, e +/-50% de matriz felsica com plagioclásio predominante (campionitos de Almeida, 1955).

Considerações petrográficas sugerem que alguns diques que cortam rochas da Formação Remédios correspondem à Formação pós-erosional Quixaba. São eles alguns diques de ankaratritos (os tannbuschitos de Almeida, 1955) e de um olivina nefelinito com mais de 35% de nefelina.

A Formação Quixaba, com idades K-Ar entre +/-3 e 1,8 Ma (Cordani, 1970), é essencialmente composta por derrames de ankaratritos (olivina melafelinitos com biotita), separados em dois tipos: os do tipo A, mais abundantes, com olivina como fenocristais e

piroxênio confinado à matriz e os do tipo B, com conteúdo maior de titanaugita como fenocristais e também na matriz. O segundo grupo é de ocorrência restrita à parte ocidental da Ilha Principal.

Os derrames são cortados por outros diques de ankaratrito (com composição semelhante a dos derrames tipo A), escassos de nefelinito e uma chaminé de basanitos (Baía do Sancho; Ulbrich e Ruberti, 1992), que também corresponderiam à Formação Quixaba. Os basanitos da Ilha de São José, com abundantes xenólitos ultramáficos do manto e que constituem a Formação São José (Almeida, 1955), são também atribuídos ao evento vulcânico Quixaba, por considerações petrográficas e químicas.

Foram analisadas 79 amostras para elementos maiores e menores e vários elementos traços, 50 das quais pertencentes principalmente aos ankaratritos e fonolitos e, em menor número, álcali basaltos, essexitos-pórfiros, basanitos, traquianedesitos e traquitos; foram também analisadas 39 amostras dos diques ultrabásicos-básicos.

As rochas da Formação Remédios são geoquímica e evolutivamente diferentes das que constituem o vulcanismo Quixaba. As séries identificadas petrograficamente na Formação Remédios (a de tefritos e/ou basanitos-tefritos fonolíticos-fonólitos tefíticos-fonolitos e a de álcali basaltos-traquianedesitos-traquitos) mostram características geoquímicas também particulares.

Os diques de tefrito apresentam teores de  $\text{SiO}_2$  entre 42 e 45% e  $\text{MgO}$  entre 8 e 10% e relações  $\text{Nb/Zr}$  em torno de 1:3. Os limburgitos são parecidos aos tefritos no que se refere ao teor de elementos maiores, mas se destacam destes últimos pelos conteúdos de alguns elementos traços (e.g. relação  $\text{Nb/Zr}$  da ordem de 1:4). Os dois tipos são relativamente enriquecidos em álcalis (5% em média com  $\text{Na}_2\text{OK}_2\text{O}$ ). Os essexito-pórfiros (equivalentes subvulcânicos de tefritos fonolíticos) se inserem na tendência geral que sugere origem dos líquidos a partir de magmas parentais tefíticos ou limburgíticos por separação de olivina + clinopiroxênio + titanomagnetita (apatita). Essa tendência de fracionamento, suplementada ainda com a separação de plagioclásio, levaria até a composição de magmas fonolíticos ( $\text{SiO}_2$  55-58%,

$\text{MgO}$  %, álcalis 13-16%). As variações químicas observadas entre essexitos, fonolitos porfiríticos e afíricos fica também evidenciada pelo constante empobrecimento em  $\text{Sr}$  e  $\text{Ti}$  por separação de plagioclásio, clinopiroxênio e titanomagnetita. Os fonolitos afíricos, mais evoluídos que os porfiríticos, mostram teores algo maiores de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{La}$ ,  $\text{Ce}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Rb}$  e  $\text{Y}$  e menores de  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Sr}$  e  $\text{K}_2\text{O}$  que os últimos, em consonância com um possível fracionamento adicional de feldspato alcalino (retirando  $\text{K}$  do líquido) e de alguma titanita.

Os álcali basaltos são quimicamente parecidos aos tefritos mas com teores algo maiores de  $\text{TiO}_2$  e menores de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e álcalis. São relativamente pobres em elementos traços (exceção feita do  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cr}$  e  $\text{V}$ ), e apresentam relação  $\text{Nb/Zr}$  de 1:6. Possuem composição semelhante à média dos OIB. Relacionam-se com os traquianedesitos e traquitos, mais abundantes, que representariam os termos mais evoluídos, com cerca de 60% de  $\text{SiO}_2$  e baixo  $\text{MgO}$  (1%) e  $\text{CaO}$  (1-2%) as rochas desta série são levemente insaturadas por possuir pequenas quantidades de feldspatóides modais (em parte reabsorvidos) mas o químismo varia de quartzo normativo até nefelina normativo.

Os diques de tefritos com anfibólio, junto com os lamprófiros tefíticos melanocráticos (Grupo III) mostram uma tendência química contínua; os típicos lamprófiros (Grupo IV) são mais evoluídos e mais ricos em elementos traços incompatíveis. As relações petrográficas e químicas sugerem que estas rochas são geradas possivelmente por misturas de magmas originais diferentes, um dos quais seria tefítico e outro de natureza "lamprofírica" e rico em voláteis.

As rochas do vulcanismo Quixaba são diferentes. Os ankaratritos tipo A são quimicamente restritos ( $\text{SiO}_2$  37-38%,  $\text{MgO}$  9-12%), enquanto que os do tipo B são mais variados e mais ricos em  $\text{SiO}_2$  (39-45%). Os teores de  $\text{K}_2\text{O}$ , em especial, são menores que os das rochas ultrabásicas da Formação Remédios. Os basanitos de São José e Baía do Sancho, similares entre si, são rochas mais evoluídas que os ankaratritos. As relações  $\text{La/Nb}$  e  $\text{Ba/Nb}$  mostram que os ankaratritos tipo A e basanitos ocupam uma área restrita e comum, diferente da dos ankaratritos tipo B, indicando que ambos os tipos representam magmas

diferentes derivados de fontes mantélicas também diferentes (Sun & McDonough, 1989).

Os diques de ankaratritos que aparecem como integrantes do Complexo Subvulcânico (Iannbuschitos de Almeida, 1955) diferem dos derrames de ankaratritos por mostrar altos teores de mgú (68- 72), de Ni (400-550 ppm) e Cr (300-720 ppm); representam consequentemente rochas cumuláticas enriquecidas em fenocristais (olivina, clinopiroxênio) e não magmas originais. Os diques de nefelinitos mostram composições que os relacionam com os ankaratritos. Evidências de campo e petrográficas indicam que os magmas da Formação Quixaba e, principalmente, os da Formação Remédios, cristalizaram em câmaras magmáticas rasas, por vezes incorporando frações já consolidadas na própria câmara. Estas características, bem como as evidências químicas, sugerem ainda que podem ter

existido vários magmas parentais de composições similares para cada uma das séries petrográficas definidas no Arquipélago.

## REFERÊNCIAS

Almeida, F.F.M (1955), DNPM, Monografia 13, 181 p.  
Cordani, U.G. (1970), Bol. Inst. Geoc. Astron. 1:9-75  
Furnes,H. & Stillman,C.J. (1987), J.Geol.Soc.London, 144:227-241  
Sun, S.S. & McDonough, W.F. (1989), Geol. Soc. Spec. Publ.42:313-345  
Ulbrich, M.N.C. (1993), Rev. Bras. Geociênc. (submetido)  
Ulbrich, M.N.C., Marvngolo, V. & Ruberti, E. (1993), Geochim. Brasil. (submetido).  
Ulbrich, M.N.C. & Ruberti, E. (1992), 37º Congr. Bras. Geol. Bras. Geol. S.Paulo, Bol. Res.Expand. 2:83-84

