

# VI CONGRESSO de GEOQUÍMICA dos PAÍSES de LÍNGUA PORTUGUESA

## XII SEMANA de GEOQUÍMICA

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FARO - Portugal

9 a 12 de ABRIL de 2001

ACTAS

## OLIVINA MELILITA MELANEFELINITOS DA FORMAÇÃO QUIXABA, ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA - PE, BRASIL

R. P. Lopes<sup>1</sup> & M. N. C. Ulbrich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação, Programa de Mineralogia e Petrologia, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, BRASIL, [mada@usp.br](mailto:mada@usp.br)

<sup>2</sup>Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, BRASIL, [mulbrich@usp.br](mailto:mulbrich@usp.br)

### ABSTRACT

Six flows of olivine melilite melanephelinite were recognized in profiles performed in the Capim-Açú area of the Fernando de Noronha main island. The euhedral melilite grains, variably altered, occurred as microphenocrysts and groundmass minerals (1.5 to almost 10% of the rocks). Their composition in terms of akermanite (61-68%), ferro-akermanite (10-13%), sodium-melilite (20-27%) and gehlenite (1-2%) was typical of volcanic rocks. Differences in the amount of melilite in the various flows and small variations in their MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SrO, CaO and Na<sub>2</sub>O contents were attributed to differences in host rock compositions. The general trend displayed by the studied melilites indicated increase in Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO and SrO accompanying decrease in MgO and CaO. Small variations in the Ca/Sr ratio of the melt could be responsible for the slight depletion in Sr and enrichment in Ca observed in the rims of some zoned microphenocrysts.

### RESUMO

Perfis realizados no Capim-Açú, SW da ilha principal de Fernando de Noronha, revelaram 6 derrames de olivina melilita melanefelinitos intercalados com rochas piroclásticas, basanitos e olivina melanefelinitos. Entre 1,5 e quase 10 % de melilitas euedrais, parcialmente alteradas, ocorrem como microfenocristais e na matriz. Apresentam a composição típica do mineral em rochas vulcânicas, em termos de akermanita (61-68 %), ferro-akermanita (10-13 %), melilita sódica (20-27 %) e gehlenita (1-2 %). Diferenças na quantidade de melilite nos vários derrames e variações nos seus teores de MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SrO, CaO e Na<sub>2</sub>O são atribuídos a diferenças na composição das rochas hospedeiras. A tendência geral nas melilitas estudadas indica aumento de Na<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SrO acompanhando o decréscimo de MgO e CaO. Os teores maiores de Sr e menores de Ca nos núcleos de alguns grãos podem resultar de variações na razão Ca/Sr dos líquidos durante a formação do mineral.

### INTRODUÇÃO

A Formação Quixaba (ALMEIDA, 1955), com idade K-Ar em torno de 3 Ma (CORDANI, 1970), é o evento efusivo mais jovem do Arquipélago de Fernando de Noronha. Compreende as sucessões de derrames de caráter ultrabásico alcalino que cobrem mais de dois terços da ilha principal, sobrepondo-se ao conjunto de corpos subvulcânicos de rochas alcalinas de variada litologia que compõem a Formação Remédios (ALMEIDA, *op. cit.*), com idades K-Ar entre 12 e 8 Ma (CORDANI, *op.cit.*).

A maioria dos derrames da Formação Quixaba são de olivina melanefelinitos (ankaratritos, ALMEIDA, 1955) que aparecem como lavas e níveis piroclásticos com algumas intercalações de olivina melilita melanefelinitos. Estudos realizados na parte SW da ilha principal mostraram que a seqüência vulcânica inclui também basanitos e piroxênio melanefelinitos (ankaratritos do tipo B, ULRICH, 1994), os últimos encontrando-se principalmente na parte superior da seqüência vulcânica.

Perfis verticais e horizontais realizados na região do Capim-Açú permitiram reconhecer, na base, os quatro derrames de rochas portadoras de melilita citados por ALMEIDA (1955), que possuem entre 0,5 e 3 m de espessura e ocorrem intercalados entre níveis de brechas e tufo ankaratíticos, e revelaram também a existência de mais 2 derrames de espessura semelhante, próximos ao topo da encosta, colocados entre camadas de basanitos e de olivina melanefelinitos. Este trabalho visa caracterizar os olivina melilita melanefelinitos, com ênfase nas variações de composição das melilitas.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Estudos petrográficos e químicos dos principais minerais das rochas portadoras de melilita foram realizados em 10 amostras. A melilita apresenta-se comumente alterada, com

coloração amarelada e com a característica estrutura do tipo *peg*, de modo que os resultados químicos foram obtidos nos raros casos em que o mineral aparece quase fresco ou quando a alteração é limitada às bordas dos cristais, deixando os núcleos inalterados. Dados representativos aparecem na Tabela 1.

As análises efetuaram-se no Laboratório de Microssonda Eletrônica, do Departamento de Mineralogia e Geotectônica (GMG) do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. O equipamento utilizado para a determinação por WDS foi uma Microssonda JEOL JXA - 8600 S, com padrões internacionais. As condições analíticas foram: voltagem de aceleração de 15 kV, corrente do feixe de elétrons de 20,1 nA, diâmetro do feixe de 5 ou 10 µm e tempo médio de contagem de 20 s. Empregaram-se correções do tipo PROZA.

**Tabela 1** - Análises químicas representativas das melilitas das rochas da Formação Quixaba.

Amostra	21b		62		63			
análise	núcleo		núcleo		matriz	núcleo	borda	
SiO <sub>2</sub>	42.43	42.98	42.83	43.11	42.85	42.58	42.44	42.84
TiO <sub>2</sub>	0.11	0.16	0.12	0.15	0.16	0.19	0.20	0.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.32	5.77	5.95	7.44	7.19	7.14	6.03	6.82
FeO	3.79	3.89	3.90	3.66	3.65	4.04	4.26	4.37
MnO	0.06	0.06	0.04	0.12	0.10	0.10	0.07	0.12
MgO	8.41	8.46	8.29	7.53	7.49	7.62	8.03	7.88
CaO	34.09	34.09	33.84	33.18	32.92	33.21	33.64	33.99
Na <sub>2</sub> O	3.30	3.19	3.30	4.02	3.93	3.70	3.36	3.35
BaO	0.08	0.05	0.14	0.29	0.14	0.00	0.48	0.11
SrO	0.34	0.53	0.61	1.28	1.21	0.60	1.03	0.83
K <sub>2</sub> O	0.13	0.12	0.16	0.12	0.12	0.38	0.11	0.15
Total	99.06	99.28	99.15	100.88	99.76	99.56	99.64	100.55
Cátions para 14 Oxigênios								
Si	3.908	3.950	3.946	3.910	3.924	3.905	3.920	3.903
Al	0.686	0.625	0.645	0.794	0.775	0.771	0.656	0.732
Ti	0.008	0.011	0.008	0.010	0.011	0.013	0.014	0.007
Fe <sup>2+</sup>	0.292	0.299	0.300	0.277	0.279	0.310	0.329	0.333
Mn	0.005	0.004	0.003	0.009	0.007	0.008	0.005	0.009
Mg	1.155	1.159	1.138	1.018	1.023	1.042	1.105	1.070
Ca	3.364	3.357	3.341	3.224	3.230	3.263	3.328	3.318
Na	0.589	0.568	0.589	0.707	0.698	0.659	0.601	0.592
Ba	0.000	0.000	0.010	0.010	0.010	0.000	0.020	0.000
Sr	0.020	0.030	0.030	0.070	0.060	0.030	0.050	0.040
K	0.016	0.014	0.018	0.014	0.013	0.044	0.013	0.018
mol %								
Akerm.	67.2	67.9	67.0	61.9	62.3	62.63	65.3	64.1
Fe-akerm.	10.6	10.9	11.0	10.5	10.6	11.65	12.2	12.5
Na-melilita	21.1	20.5	21.3	26.5	26.2	24.37	21.9	21.8
Gehlenita	1.1	0.7	0.7	1.1	1.0	1.35	0.7	1.7

Akerm.= Ca<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Fe-akerm.= Ca<sub>2</sub>FeSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Na-melilita= CaNaAlSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, Gehlenita= Ca<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>SiO<sub>7</sub>

### OLIVINA MELILITA MELANEFELINITOS

São rochas negras, de granulação muito fina, sendo que em escala macroscópica praticamente não se distinguem dos demais melanefelinitos. Exibem textura porfirítica, marcada principalmente pelos feno e microfenocristais (4 a 0,5 mm) de olivina (Fo<sub>85</sub>), parcialmente alterados para clorita ou carbonato. A melilita, com grau variável de alteração, forma desde microfenocristais euedrais com 0,2 a 0,3 mm até grãos do tamanho dos minerais da matriz ( $\pm$  0,15 mm) em algumas rochas. A matriz contém abundantes cristais euedrais de nefelina (Ne<sub>75-68</sub> Ks<sub>25-32</sub>), entre os quais se dispõem os prismas curtos de salita a salita titanífera (com até 4 % de

$\text{TiO}_2$ ;  $\text{mg}\# = 0,90$  a  $0,98$ ) e grãos anedrais de titanomagnetita (17-20 % de  $\text{TiO}_2$ ). Apatita e flogopita ( $\pm 4$  % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) rica em F (com até 6 %) e BaO (6 a 14 %) ocorrem em quantidades acessórias.

Comparações entre a química dos minerais das rochas com melilita e a dos olivina melanefelinitos do mesmo perfil mostram algumas diferenças registradas no valor de  $\text{mg}\#$  dos piroxênios, no teor de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{TiO}_2$  das micas e na composição das nefelinas. Nas rochas sem melilita o  $\text{mg}\#$  dos piroxênios é menor (entre 0,78 e 0,90), as micas são um pouco mais ricas em  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\pm 16\%$ ) e  $\text{TiO}_2$  e as nefelinas mais pobres em  $\text{K}_2\text{O}$  e mais ricas em  $\text{SiO}_2$  (Ne<sub>80-75</sub> Ks<sub>20-25</sub> Qz<sub>0-5</sub>).

### MELILITA

A quantidade de melilita modal varia significativamente entre os vários derrames, desde 1,5 % a quase 10 % da rocha. Os que possuem pequenas quantidades do mineral (e.g. Am. 62, Figura 1) exibem melilitas mais ricas em  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{SrO}$  e mais pobres em  $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$  que as das rochas que contêm teores maiores de melilita (e.g., Am. 21b, com quase 10 % de melilita modal, Fig. 1). A quantidade de olivina varia pouco (entre 8 e 10 %), observando-se porém que a olivina é mais abundante nas rochas com porcentagem maior de melilita.

Cristais frescos com fraco zoneamento químico foram analisados em uma amostra que contém em torno de 7 % de melilita como microfenocristais e componentes da matriz (Fig. 1). Os dados desses grãos mostraram que os núcleos são um pouco mais ricos em  $\text{SrO}$  e as bordas mais ricas em  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{Na}_2\text{O}$ . O  $\text{MgO}$  diminui e o  $\text{FeO}$  aumenta para as bordas.

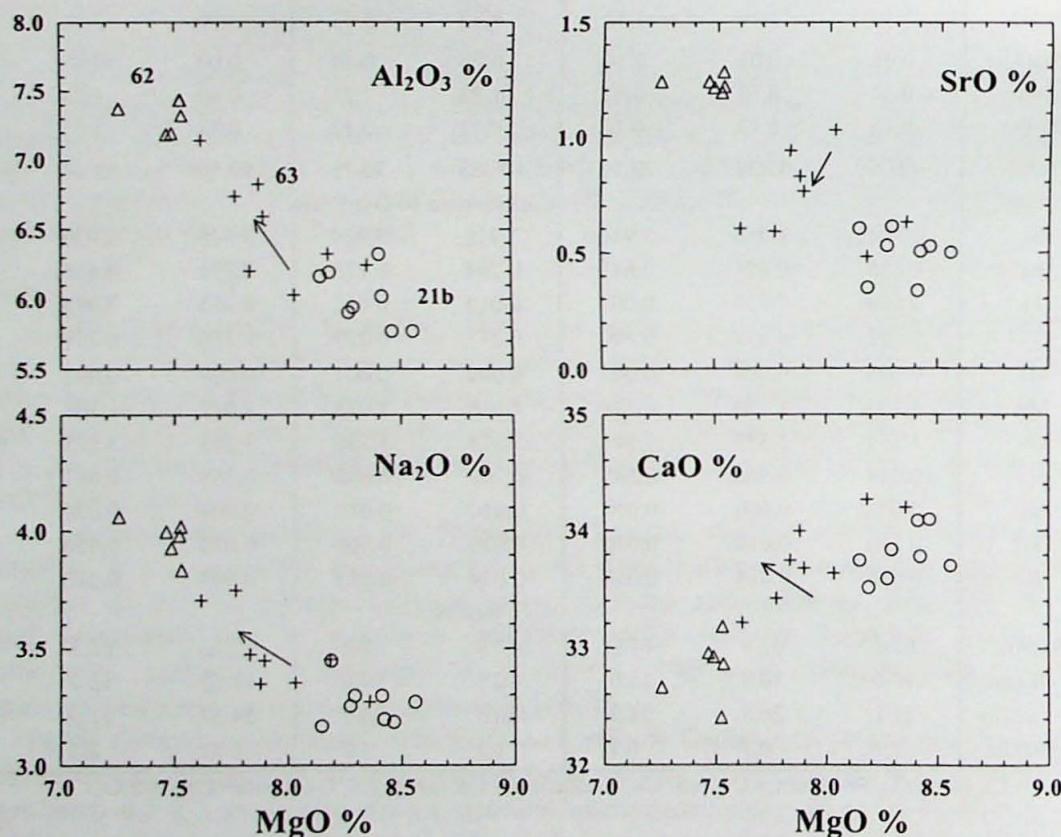


Figura 1 - Diagramas óxidos *versus*  $\text{MgO}$  (em % em peso), mostrando as variações químicas das melilitas de três amostras (62, 63 e 21b) provenientes de diferentes derrames. As setas indicam zoneamento centro → borda em alguns microfenocristais da am. 63.

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As composições dos minerais essenciais dos olivina melilita melanefelinitos, principalmente no tocante a pobreza em  $\text{SiO}_2$  e aos maiores teores de  $\text{K}_2\text{O}$  das nefelinas quando

comparadas com as dos olivina melanefelinitos comuns, parecem ser uma feição característica das rochas portadoras de melilita (VELDE & YODER, 1978).

As diferenças na quantidade de melilita e na composição do mineral, principalmente no que se refere aos teores de  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$  entre as Ams. 62 (mais rica em olivina) e a 21b (mais pobre em olivina), apesar de pouco significativas, sugerem também estreita correlação entre as variações na química das rochas hospedeiras e as da melilita fenocristalina, tal como foi observado em rochas de outras localidades (MELLUSO *et al.*, 1996).

As melilitas estudadas exibem valores variáveis dos membros akermanita (61-68 %), ferro-akermanita (10-13 %), melilita sódica (20-27 %) e gehlenita (1-2 %), valores estes comumente encontrados em melilitas de rochas vulcânicas (VELDE & YODER, 1977; DEER *et al.*, 1986).

O padrão de zoneamento químico com decréscimo no teor de Sr do núcleo para a borda, observado em alguns microfenocristais da Am. 63, pode ser resultado de pequenas oscilações na razão Ca/Sr durante a cristalização do mineral. Todavia, a dispersão dos dados de Sr pode-se dever a erros analíticos, considerando os baixos teores do elemento nas melilitas estudadas.

A tendência geral das melilitas dos vários derrames caracterizada por aumento de  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , SrO acompanhando o decréscimo em CaO e MgO responde ao padrão normal de variação química do mineral, reconhecido em outras ocorrências (FITTON & HUGHES, 1981).

#### AGRADECIMENTOS

A FAPESP (Processos 96/0027-9 e 97/11497-9) pelo auxílio financeiro para realização dos trabalhos, ao IBAMA pelo apoio no desenvolvimento das atividades em Fernando de Noronha, à FAB (Força Aérea Brasileira) pelo transporte das amostras e ao geólogo Eder Luiz Santo pela colaboração durante os trabalhos de campo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. (1955) - Geologia e petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha. *DNPM, Divisão de Geol. Mineral., Monografia, 13:* 181 pp.
- CORDANI, U.G. (1970) - Idade do Vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. *Bol. IGA, 1:* 9-75.
- DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. (1986) – Silicates and Ring Silicates. *Rock Forming Minerals, 2<sup>nd</sup>, edn.* Harlow: Longman, **1B:** 629 pp.
- FITTON, J.G. & HUGHES, D.J. (1981) - Strontian melilite in a nephelinite lava from Etinde, Cameroon. *Min. Mag., 44:* 261-264.
- MELLUSO, L.; MORRA, V. & DI GIROLAMO, P. (1996) - The Mt. Vulture volcanic complex (Italy): evidence for distinct parental magmas and for residual melts with melilite. *Mineral. Petrol., 56:* 225-250.
- ULBRICH, M.N.C. (1994) - Petrography of alkaline volcanic-subvolcanic rocks from the Brazilian Fernando de Noronha Archipelago, southern Atlantic Ocean. *Bol. IG-USP, Sér. Cientif., 24:* 77-94.
- VELDE, D. & YODER, H.S.JR. (1977) - Melilites and melilite-bearing rocks igneous rocks. *Carnegie Inst. Washington Yearb., 76:* 478-485.
- VELDE, D. & YODER, H.S.JR. (1978) - Nepheline solid solutions in melilite-bearing eruptive rocks and olivine nephelinites. *Carnegie Inst. Washington Yearb., 77:* 761-767.