



## O MATERIAL DE PREENCHIMENTO DA LAGOA DA VIRAÇÃO EM FERNANDO DE NORONHA

Oliveira, S.M.B.<sup>1</sup>, Fávares, D.I.T.<sup>2</sup>, Pessenda, L.C.R.<sup>3</sup>, Gouveia, S.E.M.<sup>3</sup>, Siffeddine, A.<sup>4</sup>, Menor<sup>5</sup>, R.C. Cordeiro, E.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências - USP/SP, [soniaoli@usp.br](mailto:soniaoli@usp.br)

<sup>2</sup>IPEN/CNEN - SP, [dfavaro@ipen.br](mailto:dfavaro@ipen.br)

<sup>3</sup>CENA/USP, [pessenda@cena.usp.br](mailto:pessenda@cena.usp.br); [susyeli@cena.usp.br](mailto:susyeli@cena.usp.br)

<sup>4</sup>IRD, França, [Abdel.Siffeddine@bondy.ird.fr](mailto:Abdel.Siffeddine@bondy.ird.fr)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pernambuco, [menor@zaz.com.br](mailto:menor@zaz.com.br)

<sup>6</sup>Universidade Federal Fluminense, [rccordeiro@geoq.uff.br](mailto:rccordeiro@geoq.uff.br)

**Palavras Chave:** Lagoa da Viração, Fernando de Noronha, intemperismo, geoquímica

### INTRODUÇÃO

Fernando de Noronha é um arquipélago vulcânico situado à longitude de 32° 26' W e latitude de 3° 50' S, a cerca de 350 km da costa do Rio Grande do Norte. Constitui a parte emersa de um edifício vulcânico, cuja base, de cerca de 60 km de diâmetro, está a mais de 4000 m de profundidade. A área total é de 18,4 km<sup>2</sup>, sendo 16,9 km<sup>2</sup> pertencentes à ilha principal.

Dos trabalhos pioneiros, de cunho geológico e geomorfológico, destacam-se o de Almeida (1955), que reconheceu os dois eventos eruptivos sucessivos, denominando-os de Formação Remédios e de Formação Quixaba, e o de Cordani (1970) que estabeleceu a idade absoluta desses eventos. Mais recentemente, Lopes (2002) apresentou estudo petrológico detalhado das rochas do arquipélago. A Formação Remédios, datada de 12 a 8 m.a. compreende uma grande variedade de tipos litológicos, incluindo fonólitos, traquitos e álcali-basaltos. A Formação Quixaba, com idade de cerca de 3 m.a. é predominantemente ultrabásica, formada de derrames de rochas melafelíticas intercalados com rochas piroclásticas de mesma composição.

O clima de Fernando de Noronha é tropical, com estação seca bem marcada, que vai de agosto a janeiro. A precipitação média anual está em torno de 1300 mm, e a temperatura média anual, de 25°C. O sistema de drenagem é precário, tendo as pequenas bacias o fluxo interrompido após as chuvas torrenciais (Almeida, 1955).

A Lagoa da Viração situa-se na Planície da Viração, na parte ocidental da ilha, a altitude em torno de 20 m e a 400 m da praia. É um pequeno corpo d'água permanente com 50 m de diâmetro, lâmina d'água de 50 cm, e encontra-se preenchido por material argiloso incoerente até pelo menos 70 cm de profundidade. Cercado de vegetação nativa e recoberta por plantas aquáticas, é drenado para o mar através de um pequeno córrego intermitente. A planície é limitada a montante por um paredão rochoso de altura de cerca de 100 m, formado por derrames ultrabásicos e rochas piroclásticas intercaladas da Formação Quixaba. Essa configuração geomorfológica resulta em difícil acesso e relativa preservação da Lagoa da ação antrópica.

Recentemente, Pessenda *et al.* (2005) apresentaram dados do material de preenchimento da Lagoa, amostrados até 72 cm de profundidade, trata-se de material tipo

argiloso rico em matéria orgânica, principalmente nos 30 primeiros centímetros. Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  apresentaram-se mais empobrecidos nas camadas superficiais (a partir de -27,6‰), aumentando com a profundidade para em torno de -21,0‰ de 30 cm em diante. Nos primeiros 30 cm foram encontrados polens das espécies do entorno da Lagoa; abaixo dessa profundidade os polens estão ausentes. A datação  $^{14}\text{C}$  da matéria orgânica indicou idade de 720 anos AP para o material a 72 cm e 390 anos AP para o material a 50 cm de profundidade.

### OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste trabalho é o de determinar a natureza do material de preenchimento da Lagoa da Viração, através da caracterização mineralógica e geoquímica detalhada, e de correlacioná-lo com as rochas circundantes. Para isso, além do material proveniente da própria Lagoa (LV1), foi também examinado material semelhante encontrado em pequena depressão existente nas proximidades (LV2), e que parece ter origem semelhante à da Lagoa, embora não apresente lâmina d'água. Para a Lagoa da Viração, foram utilizadas as amostras provenientes do mesmo testemunho de 72 cm, usado para as determinações isotópicas. Este, retirado do centro da Lagoa por um vibrotestemunhador, foi amostrado a cada 2 cm. O total de amostras analisadas para elementos maiores foi de 16. Essas mesmas amostras foram analisadas para traços, com exceção da amostra correspondente ao intervalo 3-4 cm, por falta de material suficiente. Na depressão próxima, foi amostrado um perfil até 120 cm de profundidade, com retirada de amostra a cada 10 cm. Foi analisado um total de 8 amostras. Utilizaram-se a técnica de fluorescência de raios X para a determinação dos elementos maiores e de Ba, Cu, Ga, Nb, Ni, Sr, V, Y, Zn e Zr. Para os demais traços, foi utilizada a técnica de análise por ativação neutrônica. Hg foi dosado por espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio. PF foi determinada por calcinação entre 100 e 1000°C. A determinação mineralógica foi efetuada por difração de raios X.

### COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA

Do ponto de vista dos minerais presentes, o material proveniente de LV1 e LV2 é muito semelhante e muito

10944



homogêneo em cada perfil, desde a base até o topo. A fase dominante é a esmectita, seguida de hematita. Em menores quantidades, estão presentes magnetita, ilmenita e anatásio e, em algumas amostras, pseudobrookita. Uma pequena diferença nos difratogramas entre LV1 e LV2 é a presença de clinopiroxênio em quase todas as amostras de LV1 e de goethita nas de LV2.

A composição das rochas melafelínicas é dominada por olivina magnésiana, clinopiroxênio titanífero e nefelina; em menor quantidade ocorre micas ricas em Ti e Ba. Estão também presentes magnetita, espinélios contendo Fe, Mg, Cr e Ti, e ilmenita (Lopes, 2002).

### COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Há uma grande variação no conteúdo de matéria orgânica entre as amostras de LV1, evidenciada pelo teor de C orgânico, que vai de cerca de 14% a 2-3 cm de profundidade a menos de 1% abaixo de 30 cm (Pessenda *et al.*, 2005). Isso se reflete na grande variação da PF, que vai de 40,2 % para a amostra de 3-4 cm de profundidade a cerca de 8 %, a partir de 30 cm de profundidade. Por esse motivo, optou-se por apresentar os dados químicos referidos a base anidra, para que estes fossem mais diretamente comparáveis.

As Tabelas 1 e 2 apresentam a composição química referente a elementos maiores e traços, respectivamente. Para LV1 são apresentadas as médias dos teores para os intervalos 3-16 cm, 22-32 cm e 36-68 cm, escolhidos em função dos resultados de Pessenda *et al.* (2005). Estes indicam para o intervalo 3-16 cm altos teores de C orgânico e valores muito negativos de  $\delta^{13}\text{C}$ , e para o intervalo 36-68 cm baixos teores de C orgânico e valores menos negativos de  $\delta^{13}\text{C}$ ; entre eles, o intervalo 22-32 cm representa a transição. Para LV2 estão apresentados os teores médios para as 4 amostras superiores e para as 4 inferiores. Para efeitos comparativos, estão também apresentados a composição química média e o intervalo de variação dos teores da rocha fresca, os melafelínitos (Lopes, 2002). Finalmente, com o objetivo de mostrar em maior detalhe o comportamento de alguns metais e do Br ao longo dos perfis, apresentam-se na Tabela 3 os dados obtidos para todas as amostras analisadas do perfil.

### DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As análises químicas do material correspondente aos intervalos considerados, tanto em LV1 como em LV2, indica, em cada perfil, notável homogeneidade composicional (Tabelas 1 e 2). Entre LV1 e LV2 há uma pequena diferença composicional, expressa, sobretudo pelo quimismo, já que a mineralogia dos dois perfis é praticamente a mesma. Essa diferença deve estar refletindo, antes de tudo, uma diferença na natureza da esmectita presente em cada um dos perfis, pois em LV1 a razão  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  está entre 2,6 e 2,7, e em LV2, entre 3,4 e 3,5. Além disso, os materiais de LV1 apresentam teores mais elevados em Ca e Mg, e também na maior parte dos traços.

Quando comparados à composição química da rocha fresca, os materiais de LV1 e LV2 mostram perda acentuada, porém não total, de Ca e Mg, perda moderada de Na, conservação de Mn, P e K e enriquecimento de Fe, Ti, Al e Si. A maior parte dos elementos traços analisados, com exceção do Sr, está mais concentrada nos materiais dos perfis LV1 e LV2 que na rocha. Essa composição, tão próxima daquela da rocha fresca, sugere que materiais de LV1 e LV2 representem não um material sedimentar, mas um produto de alteração intempélica incipiente dos melafelínitos. A nefelina, a olivina e quase todo o piroxênio sofreram dissolução, permanecendo residualmente no perfil magnetita e ilmenita. Esmectita, hematita e anatásio representam as fases neoformadas. Do ponto de vista geoquímico, é interessante notar que mesmo elementos mais solúveis como Ca, Mg e Na não são totalmente lixiviados do perfil, o que caracteriza um processo intempérico brando. Este deve ter se dado em depressões drenadas por cursos d'água intermitentes, o que configura um ambiente relativamente confinado, propício para a formação de argilas esmectíticas e para a conservação da assinatura geoquímica da rocha parental nos materiais alterados.

Contrastando com a pequena variação de teores da maior parte dos elementos traços com a profundidade, Hg e Br em LV1 e Br em LV2 mostram um significativo aumento no segmento superior dos perfis. Isso fica mais evidente quando são comparados os teores desses elementos com os de outros metais em todas as amostras analisadas (Tabela 3). Os teores mais elevados de Br podem ser explicados pelo aporte de aerossóis marinhos. Os de Hg, por outro lado, parecem estritamente correlacionados com a PF, parte da qual é devida à presença de matéria orgânica, sobretudo no segmento superior do perfil LV1.

### REFERÊNCIAS

- Almeida, F. F. M. de, 1955. Geologia e petrologia do arquipélago de Fernando de Noronha. DNPM, Divisão de Geol. Mineralogia, Monografia 13, 181p.
- Lopes, R. P., 2002. O vulcanismo do arquipélago de Fernando de Noronha, Pernambuco: química mineral e geoquímica. Tese de doutoramento IGUSP, 168p.
- Cordani, U. G., 1970 Idade do vulcanismo no oceano Atlântico sul. Bol. IGA, 1:9-75.
- Pessenda, L.C.R.; Gouveia, S.E.M.; Ledru, M.P.; Sifeddine, A.; Menor, E.A.; Cordeiro, R.C.; Aravena, R.; Bendassolli, J.A.; Boulet, R.; Filizola, H.F.; Oliveira, S.M.B.; Ribeiro, A.S.; Freitas, A.M.M.; Saia, S.E.M.G.; Ricardi-Branco, F.S., 2005. Estudo multi/interdisciplinar em Fernando de Noronha (PE). X ABEQUA (submetido), 7p.



Tabela 1 - Elementos maiores (%) em LV1, LV2 e rocha fresca

cm	LV1			LV2		Rocha		
	3-16	22-32	36-68	0-70	70-120	min	med	max
n	5	3	8	4	4	12	12	12
SiO <sub>2</sub>	48,7	46,4	46,2	53,2	54,0	37,2	39,2	42,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,0	17,8	17,9	15,2	16,0	9,8	10,7	11,5
MnO	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
MgO	3,3	3,4	3,5	2,4	2,5	10,1	12,2	12,9
CaO	3,7	3,4	3,4	2,2	2,0	11,8	12,8	14,4
Na <sub>2</sub> O	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	2,3	3,1	4,0
K <sub>2</sub> O	1,1	1,1	1,1	1,5	1,4	0,8	1,3	2,1
TiO <sub>2</sub>	5,4	6,0	6,0	6,2	6,1	2,8	3,9	4,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	1,9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,3	20,5	20,3	17,9	16,7	13,0	13,8	15,1
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7	2,6	2,6	3,5	3,4	3,8	3,7	3,7

Tabela 3 - Conteúdo em metais (ppm), Br (ppm) e PF(%) em LV1 e LV2

LV1								
cm	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn	Br	PF
9-10	54	461	110	122	204	388	19	19,6
11-12	55	480	106	77	205	346	14	15,8
13-14	59	520	105	95	207	369	11	14,8
15-16	57	523	100	81	207	383	9	12,6
22-24	54	532	105	44	210	315	4	9,3
26-28	59	592	99	37	217	306	4	8,5
30-32	58	594	98	32	217	308	4	7,9
36-38	60	612	101	29	221	373	4	8,1
43-44	62	543	99	29	218	300	3	8,1
46-48	60	602	101	20	216	302	3	7,7
50-52	55	568	103	26	215	300	3	8,0
54-56	57	615	106	14	212	293	3	7,7
58-60	55	610	100	25	212	303	2	8,1
62-64	56	566	97	16	211	227	3	7,1
66-68	56	596	102	15	218	301	3	7,3
LV2								
cm	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Zn	Br	PF
0-10	44	525	95	22	154	319	9	9,5
30-40	43	520	94	22	153	323	8	9,2
40-50	43	521	91	23	148	313	8	9,2
60-70	42	503	93	21	154	318	7	9,4
70-80	37	464	92	16	151	315	5	8,5
90-100	33	468	91	26	157	318	4	8,6
100-110	29	413	95	33	159	323	6	8,6
110-120	33	438	95	35	162	326	4	8,9



**Tabela 2 - Elementos traços (ppm) em LV1, LV2 e rocha fresca**

cm	LV1			LV2		Rocha		
	9-16	22-32	36-68	0-70	70-120	min	med	max
n	4	3	8	4	4	12	12	12
As	2,1	1,7	1,6	nd	nd	nd	nd	nd
Ba	1055	1094	1104	533	501	610	746	1338
Br	13,2	4,4	3,2	8,1	4,7	nd	nd	nd
Co	56	57	58	43	33	15	49	90
Cr	496	573	589	517	446	252	328	429
Cs	1,4	1,3	1,3	2,7	2,9	0,7	0,8	1,6
Cu	105	101	101	93	93	33	38	126
Ga	28	30	30	29	30	10	18	22
Hf	9	10	9	9	8	5	8	9
Hg ppb	94	38	22	22	28	nd	nd	nd
Nb	155	163	164	156	150	68	106	115
Ni	206	215	215	152	157	52	140	306
Rb	88	78	67	139	104	16	27	50
Sb	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	nd	nd	nd
Sr	622	621	633	380	362	915	1003	1368
Sc	31	33	33	31	29	22	25	29
Se	7,9	nd	3,1	nd	nd	nd	nd	nd
Ta	7,3	8,1	7,8	8,5	7,6	4,4	6,8	7,9
Th	20	21	21	19	17	6	8	16
U	3,0	3,2	2,9	3,3	2,7	1,3	1,8	2,6
V	343	309	303	359	368	213	295	334
Y	39	41	41	35	36	28	33	44
Zn	371	310	300	318	320	30	89	126
Zr	386	394	395	379	373	236	317	392
La	135	135	133	115	107	63	70	115
Ce	247	259	256	211	192	116	141	233
Nd	82	89	113	96	88	54	67	99
Sm	18	18	20	15	14	10	12	16
Eu	4,7	5,0	5,0	4,7	4,4	3,2	3,9	5,1
Tb	1,6	2,0	1,9	1,5	1,4	1,2	1,4	1,8
Yb	2,6	2,7	2,8	2,9	2,8	1,6	1,8	2,2
Lu	0,33	0,38	0,36	0,26	0,24	0,17	0,22	0,27