

SOBRE A PETROGRAFIA DA ILHA DE PORTO SANTO (ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA) ⁽¹⁾

POR

L. AIRES-BARROS & M. A. FARIAS TANNER DE OLIVEIRA *

Laboratório de Mineralogia e Petrologia do Instituto Superior Técnico

I — INTRODUÇÃO

Deve-se a MORAIS (1943) o primeiro estudo de conjunto sobre petrografia geral da ilha de Porto Santo. Embora a ilha da Madeira tenha sido objecto de estudos petrográficos minuciosos realizados por cientistas alemães, no princípio deste século, é ainda também a MORAIS (1945) que se deve um estudo de conjunto sobre a geologia e petrografia desta ilha.

Possui-se razoável número de análises químicas de rochas da ilha da Madeira que permitiram a construção de alguns diagramas petrológicos e a tentativa de estabelecer correlações com as rochas de ilhas vizinhas como sejam as Canárias e as Selvagens (AIRES-BARROS, 1962).

A partir de uma razoável colecção de rochas da ilha de Porto Santo (aliás coligida pelo Prof. CUSTÓDIO DE MORAIS em 1938, aquando da visita de estudo que deu lugar aos trabalhos atrás citados), procura-se, na presente nota, além da caracterização petrográfica dos tipos litológicos presentes mais importantes, elaborar alguns diagramas petrológicos de modo a complementarizar o estudo feito para a ilha da Madeira e arquipélago das Selvagens.

(1) Estudo realizado ao abrigo do III Plano de Fomento (Fomento da Acção Educativa do Ministério da Educação Nacional).

* Da Universidade Federal da Bahia (Brasil), bolsista no Laboratório de Mineralogia e Petrologia do Instituto Superior Técnico (Universidade Técnica de Lisboa).

Tenta-se, pois, dar uma visão de conjunto da petrologia das duas principais ilhas do arquipélago da Madeira, uma vez que se dispõe, desde já, de elementos de interesse sobre as rochas lávicas da ilha de Porto Santo.

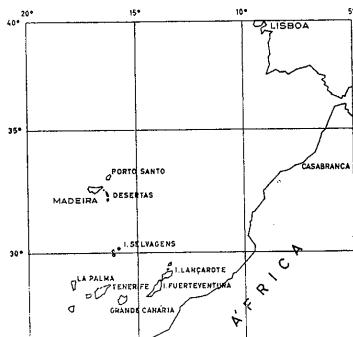


Fig. 1

II — PETROGRAFIA

As rochas que se estudaram são, na quase totalidade, lavas, umas claras — traquíticas s.l. — outras escuras — basálticas s.l. —, referiremos também alguns produtos escoriáceos e bréchico-vulcânicos.

II.1 — LAVAS ALCALINAS

II.1.1. — RIOLITOS AQUÉRÍTICOS

Provenientes de Penedo e da pedreira da Portela, há rochas alcalinas, porfíricas, quartzosas, ou seja riolíticas.

A rocha proveniente de Penedo, a E da vila de Porto Santo tem tendência bandada, é leucocrática a hololeucocrática, com textura porfírica com fenocristais de plagioclase geminados polissintéticamente segundo a lei da Albite e com composição $Ab_{85}An_{15}$, emergindo de uma matriz microlítica a pilotáxica. Esta matriz é constituída por microlitos de plagioclase com composição $Ab_{85}An_{15}$

e quartzo intersticial. O aspecto bandado, com tons alternadamente cinzentos e acastanhados, deve-se a impregnação ferruginosa, provocada pela limonitização do minério negro opaco.

Da descrição feita conclui-se que a rocha de Penedo é uma lava ácida, intermédia dos riolitos e dos riodacitos, cabendo-lhe a designação de riolito aquérítico de Lacroix, como se conclui da análise dos parâmetros magnéticos (Quadro I).

As amostras provenientes da pedreira da Portela, na serra de Nossa Senhora são leucocráticas a hololeucocráticas, com textura porfírica mais vincada que a das rochas anteriores. Os fenocristais de feldspatos chegam a atingir 6 mm, emergindo de uma mesotextura muito fina.

Os fenocristais são de plagioclase geminada segundo a lei da Albite e do domínio da oligoclase — $Ab_{85}An_{15}$ — enquanto que os microlitos da pasta são mais alcalinos, são albíticos com composição $Ab_{97}An_3$. Deve ainda referir-se a presença de alguma ortose sódica, com ângulo $2V \approx 60^\circ$.

Como mineral ferromagnesiano ocorre alguma arfvedsonite, por vezes alterada em produtos acastanhados de diagnose delicada.

O quartzo ocorre intersticial, na matriz; é abundante. Na matriz ainda se identificam cristais de esfena e grânulos opacos de magnetite.

Em amígdalas atapetadas por hidróxidos de ferro de tipo limonítico, aparece, sobre esta capa ferruginosa, um material criptocristalino, fibroso, com alongamento positivo e índice de refracção inferior ao do bálsamo-do-canadá, que identificámos como quartzina.

Os fenocristais de oligoclase mostram, por vezes, indícios de alteração em sericite.

No Quadro I apresentam-se as análises químicas das rochas riolíticas que descrevemos. A partir dessas análises químicas calculou-se a composição normativa das rochas e fez-se a determinação dos parâmetros C.I.P.W. — Lacroix.

De acordo com a sistemática de Lacroix, as lavas estudadas são riolíticas (percentagem de quartzo da norma da ordem dos 15 %) e aquéríticas, ou seja, fundamentalmente albítico-oligoclásicas e pobres em feldspatos potássicos. São rochas de fácies riodacítica.

Da análise dos parâmetros magmáticos, verifica-se que a amostra de Penedo é, tipicamente, um riolito aquerítico. Em contrapartida, a rocha da pedreira da Portela já é mais pobre em quartzo e o parâmetro $q = 4(5)$, denuncia maior proximidade da saturação ou seja das rochas traquíticas. No capítulo seguinte

QUADRO I

Penedo		Pedreira da Portela	
Análise química *	Norma	Análise química *	Norma
SiO ₂	63,97	SiO ₂	64,88
Al ₂ O ₃	18,57	Al ₂ O ₃	18,48
Fe ₂ O ₃	8,17	Fe ₂ O ₃	2,86
FeO	0,14	FeO	0,10
MgO	0,61	MgO	0,67
CaO	8,08	CaO	1,85
Na ₂ O	5,46	Na ₂ O	6,70
K ₂ O	2,18	K ₂ O	3,20
TiO ₂	0,45	TiO ₂	0,24
MnO	0,10	MnO	0,17
P ₂ O ₅	0,15	P ₂ O ₅	0,17
H ₂ O+	0,92	H ₂ O tt	97,61
H ₂ O-	0,96	H ₂ O tt	1,88
	99,76		99,49
Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix I.4.2'.4		Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix I.4(5).2'.4'	
			99,77

Parâmetros dos riolitos aqueríticos (Lacroix) I-II.3 — 4.2.4

* Análise química da Dr.^a Fernanda Seita do Laboratório de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e Petrologia (Junta de Investigações do Ultramar).

vamos descrever algumas rochas com o parâmetro $q = 5$, saturadas, mas em cuja composição normativa figura vulgarmente certa quantidade de quartzo virtual. Temos pois todo um conjunto de rochas alcalinas de sobressaturadas a saturadas, sem nunca, todavia, o grau de acidez ser exagerado.

II.1.2 — TRAQUITOS

As amostras de traquitos são vulgares na coleção de que dispusemos. Seleccionámos algumas rochas de que se referem as características petrográficas e se possuem análises químicas.

Proveniente de Penedo estudámos uma amostra do tipo riolito já referido. No entanto o exame microscópico revela uma rocha de textura preferencialmente microlítica a pilotáxica, com profusão de microlitos de oligoclase.

O mineral ferromagnesiano, muito possivelmente arfvedsonite, está muito alterado e ferruginizado não permitindo diagnose cabal, há algumas pontuações de minério negro, possivelmente magnetite, disseminados pela rocha.

Do Pico do Facho estudámos uma rocha traquítica já ostentando textura porfírica vincada, em que os fenocristais de oligoclase com composição $Ab_{75}An_{25}$ atingem 5 mm e emergem de uma pasta microlítica de composição mais albito-oligoclásica ($Ab_{85}An_{15}$).

Os fenocristais de oligoclase exibem geminação polissintética e o complexo Carlsbad-Albite, por vezes também estão zonados. Contém inclusões de hornblenda verde e de apatite.

A hornblenda verde também constitui fenocristais. Na pasta, associado aos feldspatos alcalinos, há algum quartzo intersticial e grânulos de magnetite.

Proveniente do Pico do Castelo estudámos rochas traquíticas em que a textura porfírica não está bem vincada, dado que não há marcado desequilíbrio dimensional entre os feldspatos. Há um esboço de textura porfírica. A pasta é microlítica.

A composição dos feldspatos presentes é do domínio das plagioclases alcalinas (albite-oligoclase) e em menor quantidade ortose sódica. Deve referir-se que os feldspatos mostram-se um pouco argilizados o que dificulta a sua diagnose.

Quanto aos minerais ferromagnesianos há que referir um pouco de aegirina-augite associada a arfvedsonite, ambos em cristais prismáticos.

Pela primeira vez, no conjunto das rochas alcalinas estudadas encontrámos um pouco de nefelina intersticial. Aliás a norma desta rocha acusa a presença deste feldspatóide (Quadro II).

A sua quantidade é suficientemente discreta para ter influência no parâmetro $q = 5$.

Ainda se podem referir rochas traquíticas, hololeucocráticas, de textura microlítica, de fácies bostonítica na Portela, sobre a serra de Nossa Senhora.

Apresentamos no Quadro II as análises químicas, normas e parâmetros magnéticos das rochas traquíticas estudadas, à exceção da última referida.

Da análise dos valores do Quadro II e dos parâmetros magnéticos, ressalta a rocha do Pico do Facho com $q = 4(5)$, ainda bastante próxima das rochas riolítico-aqueríticas. É um termo de transição entre estas rochas e os traquitos sódicos s.s., com $q = 5$ e $s = 4$.

II.2 — LAVAS BÁSICAS

Proveniente de Pedregal de Dentro estudámos uma ocorrência de rochas mesocráticas, de textura microlítica.

É uma rocha bastante rica de labrador de composição $\text{Ab}_{40}\text{An}_{60}$ e de olivina e augite. Estes minerais ferromagnesianos aparecem em microlitos e também em grânulos arredondados (a olivina) e em secções prismáticas (a augite), de maiores dimensões, mas nunca salientando-se muito da pasta.

A rocha ostenta um pouco de vidro intersticial, possivelmente analítico o que justifica a percentagem normativa de 4,79% de nefelina virtual. É esta nefelina virtual que confere a fácies basanítóide à rocha, com parâmetro $q = 5'$ (Quadro III). Deve salientar-se a riqueza em minério negro, magnetítico-ilmenítico, cerca de 14% na norma.

Estudámos um outro tipo de rocha basáltica, mais rico de minerais ferromagnesianos.

Efectivamente a rocha da ribeira do Cabeço do Meio (no sopé das Fontainhas) é melanocrática, em que os cristais de olivina, com os bordos transformados em idingsite (Fig. 10), e de augite se implantam numa mesostase rica de microlitos e dos dois minerais ferromagnesianos referidos. É muito rica de augite.

Na mesostase os microlitos de feldspatos são de labrador com composição $\text{Ab}_{35}\text{An}_{65}$. O minério negro, opaco, magnetítico é comum, há vidro analítico.

QUADRO II

Analise química *	Peso	Pico do Facho		Pico do Castelo	
		Analise química *	Norma	Analise química *	Norma
SiO_2	56,27	Q . . .	5,16	SiO_2 . . .	59,19
Al_2O_3	19,57	C . . .	1,43	Al_2O_3 . . .	19,89
Fe_2O_3	6,38	or . . .	11,68	Fe_2O_3 . . .	2,75
FeO	0,32	ab . . .	47,16	FeO . . .	0,72
MgO	1,98	an . . .	18,63	MgO . . .	1,11
CaO	4,63	di . . .	5,00	CaO . . .	3,23
Na_2O	5,59	il . . .	1,06	Na_2O . . .	0,70
K_2O	1,96	hm . . .	6,40	K_2O . . .	2,58
TiO_2	1,24	ru . . .	0,64	TiO_2 . . .	0,58
MnO	0,20	ap . . .	1,63	MnO . . .	0,16
P_2O_5	0,68		38,84	P_2O_5 . . .	0,37
H_2O	0,52	H_2O tr. . .	0,95	H_2O tr. . .	1,07
H_2O^-	0,43		99,79	H_2O^- . . .	1,19
	99,72				99,91
					99,76

Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix
(II.5,(2)3,4)

Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix
I.5,2,4

Parâmetros do traquito sódico (Lacroix) — II.5,2,4

Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix
I.5,2,4

* Análise química da Dr.ª Fernanda Seita do Laboratório de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e Petrologia (Junta de Investigações do Ultramar).

No Quadro III cotejam-se as análises químicas, as composições normativas e os parâmetros magmáticos das duas rochas basálticas descritas.

As duas rochas basálticas descritas e de que se possuem elementos analíticos merecem um comentário.

A rocha de Pedregal de Dentro é um basalto olivínico com algum vidro intersticial responsável pela nefelina virtual e pelo valor $q = 5'$. É um basalto basanítioide olivínico.

A rocha da ribeira do Cabeço do Meio, além de mais subsaturada do que a anterior, é muito rica de augite, a ponto de na norma termos $di = 36,80\%$. Se ao valor da piroxena adicionarmos o contributo do «minério» a soma ultrapassa os 50 %. É pois um basalto basanítioide ancaramítico a ancaramito basanítico. Em face da presença de olivina, a última designação parece correcta.

QUADRO III

Pedregal de Dentro		Ribeira do Cabeço do Meio	
Análise química *	Norma	Análise química *	Norma
SiO ₂ . . . 43,14	or . . . 6,12	SiO ₂ . . . 43,71	or . . . 5,00
Al ₂ O ₃ . . . 15,65	ab . . . 19,45	Al ₂ O ₃ . . . 18,45	ab . . . 9,96
Fe ₂ O ₃ . . . 4,90	an . . . 24,46	Fe ₂ O ₃ . . . 8,09	an . . . 21,68
FeO . . . 9,29	ne . . . 4,79	FeO . . . 5,44	ne . . . 7,38
MgO . . . 6,89	di . . . 16,81	MgO . . . 10,08	di . . . 36,80
CaO . . . 10,23	fo . . . 7,58	CaO . . . 10,80	mt . . . 10,90
Na ₂ O . . . 8,86	mt . . . 7,19	Na ₂ O . . . 2,81	il . . . 4,71
K ₂ O . . . 1,05	il . . . 6,54	K ₂ O . . . 0,88	hm . . . 0,64
TiO ₂ . . . 3,48	ap . . . 2,35	TiO ₂ . . . 2,47	ap . . . 1,68
MnO . . . 0,24	98,98	MnO . . . 0,21	99,75
P ₂ O ₅ . . . 1,00	H ₂ O tt . . . 0,98	P ₂ O ₅ . . . 0,69	H ₂ O tt . . . 1,18
H ₂ O+ . . . 0,56	99,91	H ₂ O+ . . . 0,60	99,98
H ₂ O- . . . 0,37		H ₂ O- . . . 0,58	
99,66		99,81	
Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix III./5',3',4' [2',3',2,3]		Parâmetros C.I.P.W. — Lacroix III./6',3',4' [2,1,2,2]	

* Análise química da Dr.^a Fernanda Seita do Laboratório de Técnicas Físico-Químicas Aplicadas à Mineralogia e Petrologia (Junta de Investigações do Ultramar).

II.3 — ESCÓRIAS E BRECHAS VULCÂNICAS

Proveniente do Pico das Morenas há amostras escoriáceas, vermelho-acastanhadas, ásperas, vesiculares, hemicristalinas, com as vesículas atapetadas por quartzina. A pasta, preponderantemente vítrea, mostra, por vezes, alguns microlitos de oligoclase.

No Pico de Ana Maria Ferreira aparecem rochas de fácies brechóide. Os componentes dos clastos provém dumha rocha vulcânica, vítreia, de tom verde, vesicular e amigdalar. A pasta que cimenta estes conjuntos é acastanhada, também vesicular e vítreia. As amígdalas deste material estão preenchidas por quartzina, sobre a qual se depositaram calcite e zeólitos.

III — PETROLOGIA

A partir das análises químicas das rochas de Porto Santo e da Madeira, calculámos os parâmetros magmáticos niggelianos que permitem elaborar os diagramas de diversificação, k-mg, QLM que passamos a interpretar.

O diagrama de diversificação das lavas de Porto Santo (Fig. 2) permite-nos obter o ponto isofálico para $si = 145$, com $al = fm = 30$. Os valores apontados evidenciam o carácter saturado do desenvolvimento de diferenciação magmática em estudo.

O diagrama k-mg (Fig. 3) evidencia o carácter alcalino-sódico da província petrográfica a que pertencem as lavas estudadas. Os pontos representativos das rochas permitem traçar um contorno elipsoidal bastante alongado segundo o eixo mg, mostrando que, para ampla variação deste parâmetro (cerca de 35 unidades), k não vai além de 10. Há pois permanência de k a despeito da versatilidade de mg.

O diagrama QLM salienta o carácter saturado (andamento segundo a linha $\alpha = 0$), dos pontos iniciais da série magmática, onde ainda pesa o carácter subsaturado vincado pela presença da olivina e nefelina, esta real ou virtual. Os termos mais evoluídos, tendem a instalar-se no campo francamente sobressaturado (Fig. 4).

Supomos que o magma paterno original teria composição dada pela média das rochas analisadas, e que o fenómeno de diferenciação originaria termos máficos, representando a concentração

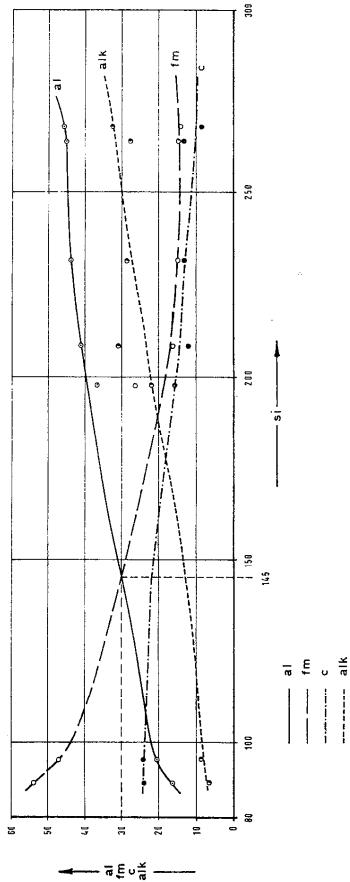


Fig. 2

de minerais calco-ferromagnesianos que posteriormente foi expelida. Com o transcorrer do tempo e consequente enriquecimento relativo em álcalis e sílica, gerar-se-iam os termos riolítico-tra-

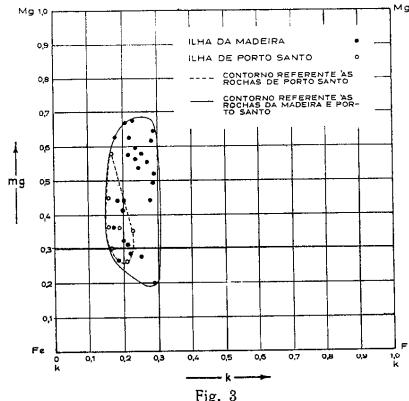


Fig. 3

quílicos. Deste modo poderemos apontar como magma paterno das lavas de Porto Santo, de acordo com Niggli (BURRI, 1964, p. 81) o magma essexítico-aquefítico, que é isofálico, com valores intermédios de álcalis e cal. Os seus parâmetros magnáticos são:

si	al	fm	c	k	mg
175	30	30	20	20	0,3

Este magma isofálico tem a igualdade $al = fm$ que se encontrou para o conjunto das rochas de Porto Santo. A igualdade $c = alk$ que no magma paterno teórico, é 20, no caso que estudámos é 18.

O carácter potencialmente mais ácido do magma essexítico-aquefítico niggiano contém a possibilidade de diversificação, pronunciada que no caso de Porto Santo é traduzida por valores de si que vão de cerca de 90 a perto de 270, ou seja de x a $3x$.

Se procurarmos cotejar as rochas lávicas das ilhas da Madeira e de Porto Santo chegamos às seguintes conclusões gerais:

a) O diagrama $k\text{-mg}$ tem as mesmas características. Na representação usada (Fig. 3), estão marcados os pontos referentes às duas ilhas. Verifica-se sobreposição da representação e que a área referente à ilha de Porto Santo é um subdomínio do domínio ocupado pelas rochas da ilha da Madeira. Se tomarmos os pontos referentes à Selvagem Grande (AIRES-BARROS, 1962), eles tombarão dentro do domínio figurado.

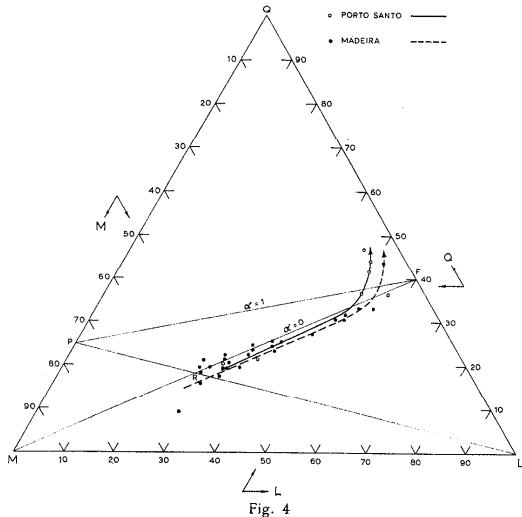


Fig. 4

b) O diagrama QLM onde se representam as linhas evolutivas das duas principais ilhas do arquipélago da Madeira, vênia de maneira notável a similitude petrogenética destas duas formações rochosas, de origem vulcânica (Fig. 4).

A diferenciação, embora pronunciada é traduzida por duas linhas com notório paralelismo.

c) Quanto à isofalia, mesmo não possuindo pontos numa região do diagrama onde se intersectam as curvas al e fm , obtive-

mos um ponto isofálico praticamente idêntico ao da ilha da Madeira. Assim:

Ilha da Madeira (isofalia) $si = 143$ (BERTHOIS, 1950)
Ilha de Porto Santo (») $si = 145$

Os escassos elementos que possuímos quanto às Selvagens não permitem que se determine o ponto isofálico das rochas aí presentes.

QUADRO IV

Parâmetros magnéticos de Niggli — Ilha de Porto Santo

Classificação	si	al	fm	c	alk	k	mg	qz	ti	p	Q	L	M
1 Riol. aq.	263,6	45,0	14,1	13,4	27,5	0,21	0,26	53,6	1,2	0,2	46,6	46,5	6,9
2 >	267,3	45,1	14,0	8,2	32,7	0,17	0,30	86,5	1,5	0,8	44,1	48,9	7,0
3 Traq. Sod.	197,3	36,8	26,2	15,7	21,3	0,19	0,36	- 5,9	2,9	1,0	36,5	50,9	12,6
4 >	281,7	43,5	14,8	13,7	23,0	0,23	0,35	19,7	1,9	0,7	41,9	49,9	8,2
5 >	208,5	41,2	15,9	12,0	30,9	0,17	0,36	-15,1	1,7	0,2	36,1	56,5	7,4
6 Bas. Oliv.	95,4	20,3	46,9	24,2	8,6	0,16	0,45	-39,0	5,7	0,9	21,0	38,0	41,0
7 Anc. Bas.	89,8	16,8	58,8	23,8	6,6	0,17	0,58	-36,6	5,8	0,6	20,1	31,6	48,3

1 — Penedo

5 — Pico do Castelo

2 — Serra de Nossa Senhora

6 — Pedregal de Dentro

3 — Penedo

7 — Ribeira do Cabeço do Meio

4 — Pico do Facho

RESUMO

Faz-se o estudo petrográfico e petrológico da ilha de Porto Santo e tenta-se a comparação petrográfica com as rochas da ilha da Madeira a cujo arquipélago pertence a ilha de Porto Santo.

Do ponto de vista petrográfico, a ilha de Porto Santo, de origem vulcânica, é constituída por lavas alcalino-sódicas — riolitos aqueríticos e traquitos — e por lavas básicas de tendência subsaturada — basaltos basanítoides e ancaramitos basaníticos. Devem referir-se, ainda, alguns produtos escoriáceos avermelhados e brechas vulcânicas.

Do ponto de vista petrológico, servindo-nos dos parâmetros magnéticos de Niggli conclui-se que:

a) O diagrama de diferenciação magnética permite calcular o ponto isofálico como $si = 145$ (para a ilha da Madeira, $si = 143$), evidenciando a tendência saturada da diversificação magnética;

b) O diagrama $k\text{-mg}$ evidencia o caráter alcalino-sódico desta província petrográfica, os pontos representativos das rochas da ilha de Porto Santo caem dentro do domínio ocupado pelos pontos representativos da ilha da Madeira;

c) O diagrama QLM evidencia evolução magmática próxima da linha $\alpha = 0$, quer para as rochas da ilha da Madeira, quer para as rochas da ilha de Porto Santo.

ABSTRACT

A petrographical and petrological study was made of the island of Porto Santo and a petrological comparison was attempted with the rocks of the island of Madeira, whose archipelago includes the island of Porto Santo.

From the petrographical point of view, the island of Porto Santo, of volcanic origin, is made up of sodic alkaline lavas, akeritic — rhyolitics and trachytes and by basic lavas with a undersaturated tendency, basanitic basalts and basanitic ankaramites. Reference must also be made to some reddish scorciations products and volcanic breccias.

From the petrological point of view, using the magmatic parameters of Niggli we can conclude that:

- a) The magmatic differentiation diagram enable we to calculate the isofallic point as $si = 145$ (for the island of Madeira, $si = 143$) giving evidence of the saturated tendency of magmatic diversification;
- b) The k-mg diagram shows the sodic alkaline character of this petrographical province and the representative points of the rocks from the island of Porto Santo fall inside the region occupied by the points representing the island of Madeira;
- c) The QLM diagram gives evidence of a magmatic evolution near the $\alpha = 0$ line, whether for the rocks of the island of Madeira or for the rocks of the island of Porto Santo.

BIBLIOGRAFIA

- AIRES-BARROS, L. (1962) — Sobre a petrologia da Selvagem Grande (Arquipélago das Selvagens). *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc.* 9 (1), pp. 43-51. Lisboa.
- BERTHOIS, L. (1950) — Contribution à la connaissance lithologique de l'archipel du Cap Vert. *Junta de Investigações do Ultramar*. Lisboa.
- BURRI, C. (1964) — Petrochemical calculations based on equivalents (methods of Paul Niggli). I.P.S.T. Jerusalém.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J. (1966) — An introduction to the rock forming minerals. Longmans, Green & Co Ltd. London.
- LACROIX, A. (1933) — Contribution à la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine. *Bull. Serv. Géol. Indochine*, vol. xx, fasc. 3. Hanoi.
- MORAIS, J. C. DE (1943) — A ilha de Porto Santo e as suas rochas. *Mem. e Not.*, n. 12. Coimbra.
- (1945) — O arquipélago da Madeira. *Mem. e Not.*, n. 15. Coimbra.

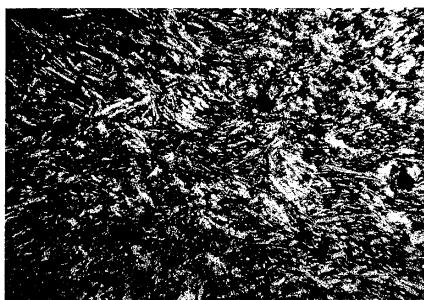


Fig. 5 — Traquito sódico. Aspecto geral. Penedo. (N+; $\times 17$)



Fig. 6 — Formenor da fotografia anterior. Penedo. (N+; $\times 60$)

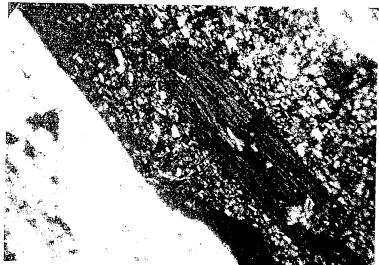


Fig. 7 — Traquito sódico. Aspecto geral, vendo-se fenocristais de oligoclase e hornblenda emergindo da pasta microlítica. Pico do Facho. ($N+; \times 17$)

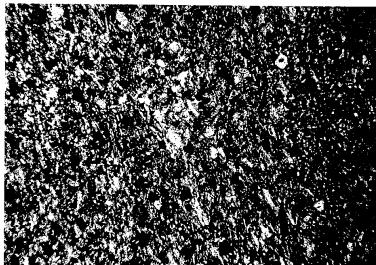


Fig. 9 — Basalto basanítico olivínico. Aspecto geral. Pedregal de Dentro. ($N+; \times 17$)



Fig. 8 — Riolito aquerítico. Aspecto geral. Pedreira da Portela. ($N+; \times 17$)

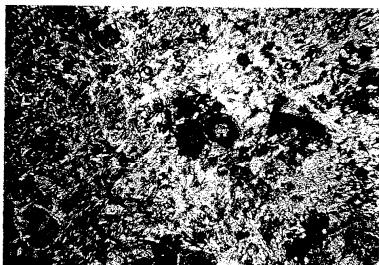


Fig. 10 — Ancaramito basanítico. Aspecto geral; no centro da fotografia vêem-se cristais de olivina com orla de idingsite. Ribeira do Cabeço do Meio. ($N+; \times 17$)