

134942

DE PAEPE Paul

C. F. TORRE DE ASSUNÇÃO
e
MARIA HELENA S. CANILHO

A petrografia da ilha de Maio e suas relações com a petrografia do arquipélago de Cabo Verde

Separata do
«Boletim do Museu e Laboratório Mineraló-
gico e Geológico da Faculdade de Ciências»
Vol. 11.º — fasc. 2.º (pp. 161-191 — 1969-1970)



1969-1970

A petrografia da Ilha de Maio
e suas relações com a petrografia
do arquipélago de Cabo Verde

A petrografia da ilha de Maio e suas relações com a petrografia do arquipélago de Cabo Verde

POR

C. F. TORRE DE ASSUNÇÃO

e

MARIA HELENA S. CANILHO

RESUMO

Na ilha de Maio encontram-se formações sedimentares importantes que são as mais antigas do arquipélago de Cabo Verde. Trata-se de sedimentos (calcários, margas, etc.) que dão indicações estratigráficas interessantes. Com efeito reconhecem-se afloramentos fossilíferos do Mesozóico, o que permitiu datá-los como hauterivianos ou do Barremiano inferior ou mesmo do Jurássico superior.

A 1.^a fase eruptiva remontará provavelmente ao Cretácico médio.

No decurso dos últimos levantamentos geológicos A. SERRALHEIRO (ver esboço geológico) estabeleceu a sucessão das fases eruptivas (Quadro I).

Damos, em seguida, um resumo do estudo petrográfico das diferentes fases eruptivas já citadas.

O carácter essencial da petrografia eruptiva desta ilha é a predominância ou mesmo a existência quase exclusiva de rochas

deficientes de sílica. Este carácter é aliás bem conhecido em todo o arquipélago. Mas é necessário assinalar que as rochas eruptivas de Maio são ainda mais subsaturadas do que as de S. Vicente (4), que estudámos precedentemente. Este carácter está bem marcado nos diagramas Si^o-Az^o e QLM. De facto, no diagrama QLM não há nenhum ponto acima da linha FM (limite da hipossaturação).

Por outro lado, as rochas granulares e as rochas microlíticas apresentam composições semelhantes porque se distribuem no mesmo domínio (diagrama QLM).

O ponto isofálico tem aproximadamente o valor 120, portanto inferior ao que encontramos para as rochas da ilha de S. Vicente (4).

No que respeita às rochas granulares nota-se a existência de dois tipos principais — os essexitos e os sienitos ou monzonitos feldespatóidicos; entre as rochas microlíticas existem os tipos correspondentes, isto é, basanitos e fonolitos. Mas há também outros tipos microlíticos mais deficitários em sílica; são principalmente nefelinitos, ankaratritos e melilitos.

O complexo eruptivo A, o mais antigo (Cretácico médio) é essencialmente formado por essexitos e rochas similares. As fases eruptivas posteriores mostram uma grande variedade de tipos petrográficos (Quadro I); o complexo B abrange sienitos e monzonitos feldespatóidicos (que, contudo, faltam no complexo A), ao lado de essexitos. As fases onde as lavas são predominantes (1, 2, 3 e 4 — Quadro I) mostram um curso de diferenciação semelhante ao do complexo B.

Os diagramas 4, 5 e 6 dão uma vista de conjunto da composição química das rochas eruptivas cabo-verdianas, de acordo com os conhecimentos actuais, que são mais pormenorizados para as ilhas de Fogo, Brava, S. Vicente e Maio.

O diagrama 5 mostra claramente o carácter alcalino das rochas de Cabo Verde, e as suas composições correspondem bem à grande série de diferenciação dos basaltos alcalinos.

A diferenciação magmática na ilha de Maio é mais limitada do que nas outras ilhas de Cabo Verde, como por exemplo na do Fogo onde persiste ainda uma actividade vulcânica (6).

RÉSUMÉE

À l'île de Maio existent des formations sédimentaires remarquables qui sont les plus anciennes de l'archipel du Cap Vert. Il s'agit des sédiments (calcaires, marnes, etc.) qui donnent des indications stratigraphiques intéressantes. En effet on y a reconnu des affleurements fossilifères du Mésozoïque, qui est possible de ranger dans le Hauterivien ou dans le Barrémien inférieur, ou même dans le Jurassique supérieur.

La première phase éruptive remontera probablement au Crétacée moyen.

Au cours des dernières levées géologiques A. SERRALHEIRO (voir esquisse géologique) a établi la succession des phases éruptives. Nous présentons le tableau de ces phases au début de cette note.

Dans la suite nous donnons un abrégé de l'étude pétrographique des différentes phases éruptives pré-citées.

Le caractère essentiel de la pétrographie éruptive de cette île est la prédominance, ou même l'existence presque exclusive, des roches à déficit de silice. C'est d'ailleurs un caractère bien connu dans l'ensemble de l'archipel. Mais il faut signaler que les roches éruptives de Maio sont encore plus sous-saturées que celles de S. Vicente (4) qui nous avons étudié précédemment.

Ce caractère est bien reconnaissable sur les diagrammes Si^o-Az^o et QLM. En effet sur le diagramme QLM il n'y a aucun point au dessus de FM (limite de la sous-saturation).

D'autre part les roches grenues et les roches microlitiques présentent des compositions similaires car elles se distribuent dans le même domaine (diagramme QLM).

Le point isofalique est défini par la valeur de 120, aproximativement, donc inférieure à celle qui nous avons trouvé pour les roches de l'île de S. Vicente (4).

En ce qui concerne les roches grenues on remarque l'existence de deux types principaux — les essexites et les syénites ou monzonites feldspathoïdiques; parmi les roches microlitiques existent les types correspondants, c'est à dire, des basanites et des phonolites, mais il y a aussi d'autres types microlitiques plus déficitaires en silice; ce sont principalement des néphélinites, des ankaratrites et des melilitites.

Le complexe éruptive A (le plus ancien-Crétacée moyen) est essentiellement formé par des *essexites* et des roches similaires. Les phases éruptives postérieures montrent une grande variété de types pétrographiques (tableau I); le complexe B renferme des *syénites* et *monzonites feldspathoïdiques* (qui manquent tout-à-fait dans le complexe A), à côté des *essexites*. Les phases où les laves sont prédominantes (1, 2, 3 et 4 — tableau I) montrent un cours de différenciation similaire à celui du complexe B.

On a reconnu des carbonatites dans la phase C (tableau I); des roches de ce type ont été aussi signalées dans quelques autres îles du Cap Vert (Fogo et Brava (1) et S. Tiago — communication verbale de A. SERRALHEIRO et C. DE MATOS ALVES).

Les diagrammes 4, 5, et 6 donnent une vue d'ensemble sur la composition chimique des roches éruptives capvertiennes d'après les connaissances actuelles, qui sont plus détaillées pour les îles de Fogo, Brava, S. Vicente et Maio. Le diagramme 5 montre clairement le caractère alcalin de l'ensemble des roches du Cap Vert et leurs compositions correspondent bien à la grande série de différenciation des basaltes alcalins.

La différenciation magmatique à l'île de Maio est plus limitée qu'en d'autres îles du Cap Vert, comme par exemple S. Vicente, mais elle est plus ample que celle du Fogo où persiste encore une activité volcanique (6).

ABSTRACT

In the Island of Maio (Cape Verde Islands) there are important sedimentary rocks which are certainly the most ancient of the archipelago. These sediments (limestones, clays, etc.) give interesting stratigraphic information; they are fossiliferous limestones of Cretaceous age, either Hauterivian or Lower Barremian (or even Upper Jurassic).

The first eruptive phase occurred probably at Middle Cretaceous.

During the last geological survey, A. SERRALHEIRO (see geological map) established a succession of eruptive phases (Table I). We give, in the following, a summary of the petrographic study of those different eruptive phases.

The essential character of the igneous petrography of Maio is the predominance of rocks having silica deficiency. This character is known from the whole archipelago. But the rocks from Maio are more undersaturated than the rocks from São Vicente which have been studied before. The character is well marked on the $\text{Si}^\circ\text{-Az}^\circ$ and QLM diagrams. As a matter of fact, on the QLM diagram, there are no points above the line FM (limit of the undersaturation).

On the other hand, the granular rocks and the effusive ones present similar composition as they are represented on the same part of the QLM diagram.

The isofalic point is probably 120, consequently lower than the isofalic point of the rocks from São Vicente (4).

Concerning the granular rocks, we note two principal types — the essexites, on one hand, and feldspathoid-bearing syenites or monzonites, on the other; among effusive rocks there exist the correspondent types: basanites and phonolites. But other effusive types are more deficient in silica also occur, namely nephelinites, ankaratrites and melilitites.

The eruptive A complex, which is the most ancient (Middle Cretaceous), is essentially formed of essexites and similar rocks. The last eruptive phases show a great variety of petrographic types (Table I); the B complex has feldspathoid-bearing syenites and monzonites (which are absent in the A complex), and essexites. The phases, where the effusive rocks are abundant (1, 2, 3 and 4 — Table I), show differentiation like the B complex.

There are carbonatites in the C phase (Table I); this type of rocks occurs in the other islands of Cape Verde (Fogo and Brava (1), and Santiago—verbal communication of A. SERRALHEIRO and C. DE MATOS ALVES).

On the diagrams nos 4, 5 and 6 the chemical composition of the igneous rocks from the Cape Verde can be seen, as far as is actually known (there is more detail for the islands of Fogo, Brava, São Vicente and Maio). The 5th diagram shows the alkaline character of the rocks from the Cape Verde Islands; their composition agree with an alkaline basalt differentiated series.

The magmatic differentiation in the island of Maio is less than for some other islands of Cape Verde, (for example, São Vicente) but it is greater than in the island of Fogo, where volcanic activity still continues.

I — Nota preambular

Como é sabido as ilhas de Cabo Verde são de constituição essencialmente vulcânica. Existem no entanto formações sedimentares nalguns locais. Essas formações são particularmente importantes na ilha de Maio. Trata-se de sedimentos (calcários, margas, etc.) que dão indicações estratigráficas de grande interesse.

Com efeito reconheceram-se afloramentos do Cretácico com Amonites (v. g. *Crioceras*, *Lytoceras*, *Aptychus*, etc.) o que permitiu datar essas formações como hauterivianas ou do Barremiano inferior. Não é impossível mesmo a presença de Jurássico superior.

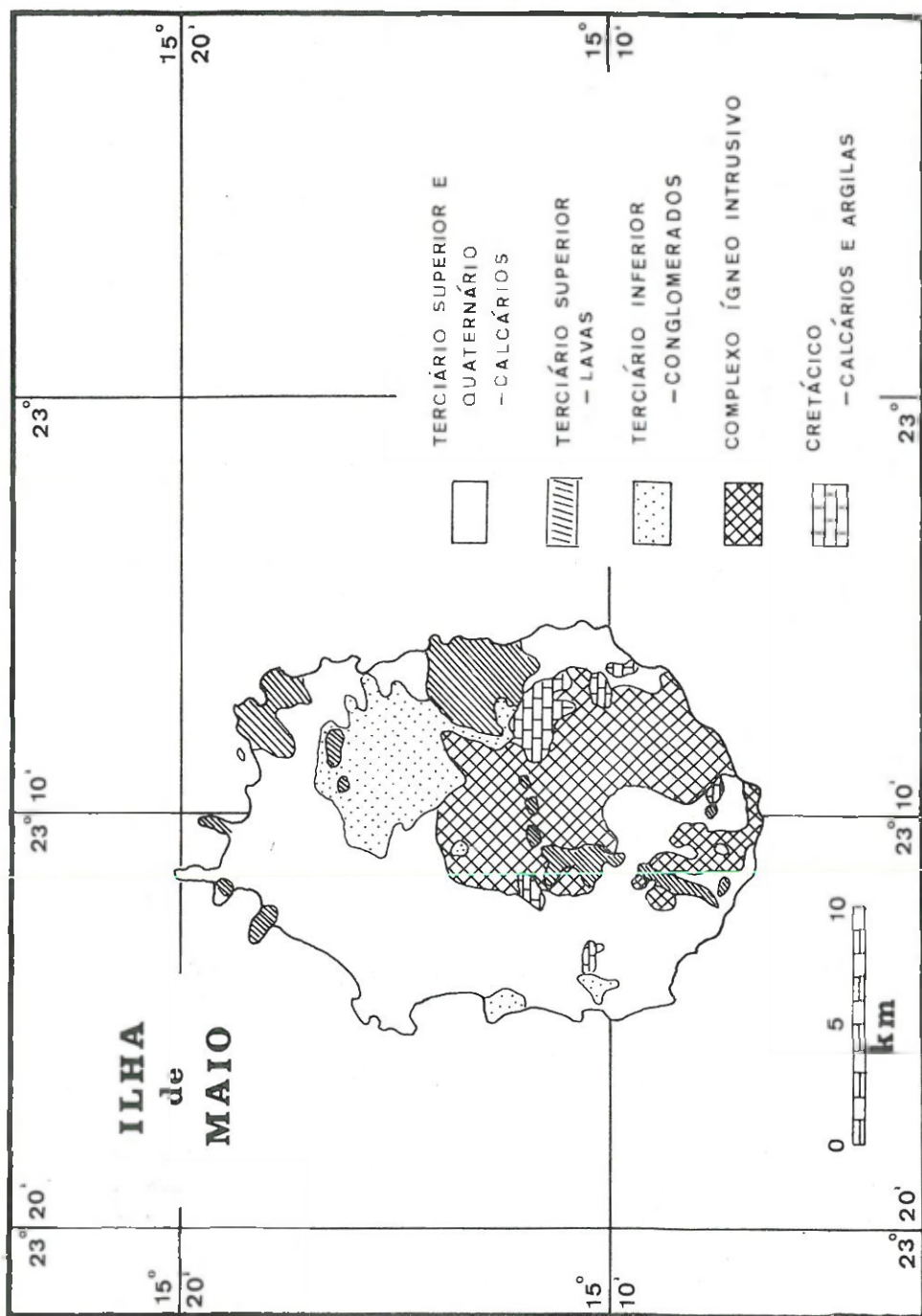
A existência de filões camadas e de outras formações eruptivas associadas àqueles sedimentos indica que a actividade vulcânica deve ter começado no Mesozóico ainda que possivelmente na parte final desta Era.

Tem-se realizado nos últimos anos reconhecimentos de pormenor sobre a geologia da ilha de Maio, o que permitiu o levantamento geológico da ilha e a elaboração do respectivo mapa, ainda não publicado.

Esses trabalhos têm sido efectuados pelo Dr. A. SERRALHEIRO ao qual devemos as indicações seguidamente apresentadas, sobre a sucessão das formações eruptivas e sedimentares da ilha.

QUADRO I — Esquema da cronologia das formações constituintes da ilha de Maio

Aluviões, dunas, etc.	Quaternário	Holocénico
Depósitos de praias antigas e dunas		Plistocénico
4. ^a Fase lávica — Filões e mantos		Pliocénico
Calcários compactos	Mio-Pliocénico	
Depósito conglomerático-brechóide		Miocénico ?
3. ^a Fase lávica — Filões e mantos		Paleogénico ?
Conglomerado de Pedro Vaz		Paleogénico ?
Fase C — Carbonatitos		Cretácico sup. ?
2. ^a Fase lávica — Filões e mantos		Cretácico sup. ?
Fase B — Sienitos feldespatóidicos (essencialmente) e rochas afins		Cretácico sup. ?
1. ^a Fase lávica — Filões		Cretácico médio
Fase A — Essexitos e rochas afins (essencialmente)		Cretácico médio
Argilas		Cretácico inf.
Calcários		
Calcários compactos		Jurássico sup.



Esboço Geológico de Maio (segundo os dados de A. Serralheiro)

Reproduzido de «New Investigations on the Geology and Volcanism of the Cape Verde Islands» de C. T. DE ASSUNÇÃO, F. MACHADO e A. SERRALHEIRO — XXIII Congresso Geológico Internacional — Praga — vol. 2.

Verifica-se que entre as formações eruptivas figuram importantes complexos de rochas granulares. Notável também é a ocorrência de carbonatitos na Fase C (possivelmente do final do Cretácico). Rochas deste tipo foram encontradas noutras ilhas cabo-verdianas (1) como no Fogo, na Brava e em S. Vicente. Por sua vez há alusões a carbonatitos na ilha do Sal (2), e conhecem-se actualmente rochas do mesmo tipo na ilha de Santiago (comunicação verbal de A. SERRALHEIRO e C. DE MATOS ALVES).

É grande o interesse oferecido por estas ocorrências, uma vez que se trata dos primeiros carbonatitos encontrados em ilhas oceânicas; aliás, segundo parece, no arquipélago das Canárias eles existem também.

Estão em curso trabalhos sobre o estudo destas rochas, do ponto de vista geológico, petrológico e geoquímico; por seu lado existem alguns elementos (3) sobre a composição isotópica de um certo número desses carbonatitos e outros trabalhos estão também em curso.

Nesta nota, dedicada à petrografia eruptiva da ilha de Maio, não abordaremos o estudo dos seus carbonatitos, sobre os quais se estão colhendo ainda os elementos necessários para a sua caracterização.

Passaremos em revista, de modo sucinto, os caracteres das rochas representativas das diferentes fases quer granulares (Fases A, B e C), quer lávicas e filonianas, segundo a ordenação estabelecida no esquema precedente.

Daremos em primeiro lugar uma rápida descrição dessas diferentes rochas.

II — Complexos essencialmente granulares

II a) Fase A.

α) Rochas efusivas e hipabissais.

As rochas predominantes são, como se disse, gabros feldespatóídicos e rochas granulares afins. Mas um certo número de amostras pertencentes a este complexo revelaram microscòpicamente carácter efusivo, embora ofereçam no terreno fácies de corneana, tratando-se nalguns casos de rochas existentes no con-

tacto ou perto do contacto com os calcários e argilas mesozóicas. Estas rochas efusivas devem ser, em face dos seus caracteres micropetrográficos, incluídas principalmente nos seguintes tipos:

a) Nefelinito (s. s.) com anfíbola castanha e augite titanífera (às vezes substituída por piroxena sódica), biotite em certos casos e mais acessoriamente olivina, apatite, calcite, esfena, epidotos, e produtos secundários como zeolites (thomsonite, etc.), óxidos metálicos, clorites, iddingsite, etc.; por vezes à nefelina associa-se a analcite. Um destes nefelinitos (Am. M-18), sujeito a análise química, revelou os parâmetros (II) III.8'.2.3(4) [2.1.'3.3] o que indica uma lava nefelinítica com nítido pendor para os etnitos.

b) Ankaratritos, menos comuns, contendo, além dos minerais típicos, biotite, thomsonite, pequenos prismas de anfíbola castanha, etc.; algumas destas rochas podem ser filonianas.

Certas rochas efusivas envolvem segregações granulares máficas ou estão em contacto directo com as rochas granulares.

Por vezes as lavas nefelínicas passam em profundidade a rochas granulares. Destas vamos tratar seguidamente.

β) Rochas granulares.

O tipo petrográfico dominante é sem dúvida o dos gabros feldespatóídicos. O feldespatóide é muitas vezes nefelina mas, nalguns casos, encontra-se apenas analcite.

Raramente o feldespatóide não está expresso. É possível, com base no estudo de um grande número de amostras, agrupar da maneira seguinte as rochas estudadas:

a) Essexitos. É o tipo mais representado.

Contêm, ao lado de uma plagioclase cálcica (labrador), feldespato potássico mais ou menos abundante, augite titanífera, hornblenda castanha, quase sempre biotite e uma vez ou outra olivina. A nefelina só em casos raros não é mineral real. Esfena, apatite, óxidos metálicos e calcite são acessórios mais ou menos comuns, notando-se ainda em algumas amostras zeolites fibrosas e outros produtos de alteração da nefelina. O grão é geralmente

médio ou grosso e nalguns casos fino. A amostra M-338 é um microessexito com fenocristais de plagioclase e de mafitos e pasta microgranular. A amostra M-168 é extremamente rica de minerais corados, em particular de augite, denotando assim uma tendência para os píroxenitos.

A análise química da amostra M-343 conduz aos parâmetros III.6.3.'4 [2'.1.(2)3.2'].

b) Gabros feldespatóidicos (s. s.).

Neste grupo reunimos as rochas que parece não conterem feldespato potássico mas apenas plagioclase cálcica. A nefelina está habitualmente presente, embora por vezes alterada. A analcite é o único feldespatóide existente em alguns casos.

A augite titanífera, acompanhada ou não por horneblenda castanha, é o mafito mais importante. Verifica-se que alguns destes gabros são filões cortando os calcários jurássicos (?) e cretácicos.

Como em rochas antes referidas, encontra-se quase sempre biotite e por vezes olivina e calcite. Os acessórios são os habituais.

A amostra M-108 competem os parâmetros seguintes: IV.7.3.4 [2.2.2'.2]. Trata-se de um filão onde a plagioclase é relativamente escassa, o que de acordo com os parâmetros permite atribuir-lhe uma tendência ijolítica.

c) As rochas da família dos ijolitos (s. l.) estão apenas representadas (na amostra que estudámos) pelo exemplar M-362; trata-se de um melteigito tendendo para jacupiranguito. Contém nefelina alterada e augite uralitizada (por vezes titanífera e com zonas esverdeadas); os outros constituintes são horneblenda castanha, biotite, óxidos metálicos, um pouco de olivina, apatite e perowskite.

É este o tipo mais hipossaturado que encontrámos no complexo agora referido.

II b) Fase B.

Neste complexo, como antes se referiu, estão bem representados sienitos feldespatóidicos e rochas afins. No entanto, e ainda no tocante a rochas granulares, encontram-se com frequência tipos mais básicos, de uma maneira geral do grupo dos gabros

feldespatóidicos. Por sua vez certas rochas de grão fino, ou mesmo microlíticas do tipo fonolítico, podem existir associadas às granulares. Trataremos sucessivamente dos diferentes tipos petrográficos gerais que integram este complexo.

α) Rochas granulares.

a) Sienitos feldespatóidicos.

Podemos caracterizar este tipo pela presença não só de nefelina como também, em alguns casos, de analcite. O feldespato é potasso-sódico principalmente ortose pertitizada.

Os mafitos predominantes são piroxenas; augite titanífera normalmente com orlas de piroxena sódica; e, por vezes, apenas piroxena sódica (aegirina-augite).

A piroxena pode associar-se horneblenda castanha. Esfena, apatite e óxidos metálicos são os acessórios comuns. A amostra M-105 foi estudada quimicamente; competem-lhe os parâmetros II.6.2.3 o que lhe confere um carácter calco-alcalino monzonítico, dentro do tipo geral sienito-feldespatóidico.

Uma rocha relacionável com esta, e também analisada quimicamente, é a amostra M-13, onde foi possível detectar, ao lado da ortose pertitizada, plagioclase cálcica pouco abundante; os seus parâmetros são I'.6'.1.(3)4. A rocha contém um pouco de calcite e o parâmetro $r=1$ mostra o grande predomínio do feldespato alcalino.

b) Shonkinitos

Esta fácies mesocrata dos sienitos feldespatóidicos parece não ser rara entre as rochas do complexo. O feldespato potássico é acompanhado por vezes por um pouco de plagioclase. O feldespato principal é nefelina e os mafitos essenciais e os acessórios são os mesmos que nos sienitos feldespatóidicos referidos precedentemente.

A olivina é um acessório na amostra M-116, e a analcite ocorre na amostra M-156 cuja análise química conduziu aos parâmetros II'.7.2.4, que indicam pendor ijolítico. Das rochas incluídas em a) e b) esta é certamente a que revela um grau de hipossaturação mais acentuado.

c) Gabros feldespatóidicos e rochas afins.

São principalmente essexitos com a composição habitual. Por vezes o feldespato potássico falta, como no caso da amostra M-126 (rocha filoniana) que é um verdadeiro gabro nefelínico, mas normalmente a plagioclase associa-se àquele feldespato.

A calcite não é rara nestas rochas e por vezes a biotite e a olivina existem também entre os acessórios.

A amostra M-339, onde a horneblenda castanha predomina sobre a piroxena, possui os parâmetros seguintes:

(II) III.6.2.3' [2(3).1.3.(2)3].

A amostra M-78, com textura granular fina, tem abundante analcite intersticial e, mais acessoriamente, nefelina. O feldespato é unicamente plagioclase cálcica e os mafitos essenciais são piroxena zonada (aegirina-augite com orlas de augite titanífera), horneblenda castanha e biotite. Deve ter tendência teschenítica.

Os parâmetros desta rocha são: II(III).6.2.'4 [2(3).1(2).(2)3.2(3)].

É de admitir, com base na micropetrografia e no quimismo, que haja passagem entre as rochas do tipo geral sienítico e as do tipo geral gabróico.

d) Uma das amostras estudadas, a M-244, que é como as anteriores uma rocha granular e intrusiva, não contém feldespatos. Os seus elementos essenciais são: augite titanífera, horneblenda castanha orlada de anfíbola verde, esfena muito abundante, um pouco de nefelina e alguns acessórios: apatite, óxidos metálicos e biotite. Tem assim *composição ijolítica*, mas o largo predomínio dos minerais corados permite pensar que se trate apenas de uma segregação melanocrata no seio das rochas feldespatóidicas comuns.

β) Rochas microgranulares e microlíticas.

Aqui incluímos rochas de composição fonolítica ou equivalente à dos monzonitos feldespatóidicos, que não devem corresponder a efusões mas simplesmente a diferenciação das rochas granulares do complexo. Na verdade é possível, por vezes, reconhecer a passagem do tipo granular (com estrutura intersectal como na amostra M-366) à rocha francamente microlítica mas ainda intrusiva (amostra M-367).

A amostra M-366 tem como parâmetro II.6.2.(3).4. A sua composição é análoga à dos monzonitos feldespatóides; outra rocha com esta composição (amostra M-123) possui os parâmetros II.6.2.3(4).

Por vezes há fenocristais de anortose. A nefelina existe igualmente no primeiro tempo. Outros feldespatóides são analcite e, em alguns casos, um mineral do grupo sodalítico.

A piroxena é principalmente do tipo aegirina-augite; os outros mafitos essenciais são hornblenda castanha e, por vezes, esfena. Em algumas amostras há calcite e biotite.

III — Fases lávicas e rochas filonianas e brechóides associadas

Como antes se referiu, o estudo geológico permitiu distinguir diferentes fases efusivas que designaremos, a partir da mais antiga, por 1.^a, 2.^a, 3.^a e 4.^a.

Para um bom número de amostras os elementos de campo não permitem com precisão determinar a que fase pertencem.

Descreveremos, em primeiro lugar, de um modo sucinto, algumas amostras das diferentes fases.

α) Fases 1.^a, 2.^a e 3.^a

Fase 1.^a — São em pequeno número os exemplares que, de maneira segura, se podem referir a esta fase. Trata-se em geral de filões ou de outras pequenas intrusões constituídas por doleritos, lamprófiros ou rochas afins.

Os lamprófiros são anfibólicos podendo conter, como minerais subordinados, piroxena, biotite e feldespatóides. Noutros casos as rochas são doleríticas podendo oferecer tendência lamprofírica. Uma das amostras é um teschenito (Am. M-390) dada a abundância de analcite; contém augite titanífera, anfíbola, um pouco de calcite, etc.

Este complexo contém ainda rochas microlíticas do tipo dos basanitos, como a amostra M-370 que forma um filão.

A fase 1.^a está enquadrada pelos dois complexos essencialmente granulares A e B.

Fase 2.^a — Quanto a esta fase a única amostra que se lhe pode atribuir de modo seguro é um basanita (Am. M-238) que constitui um filão. Mas certamente alguns exemplares, a que nos referiremos posteriormente, pertencerão também a esta fase.

A fase 2.^a é imediatamente posterior ao complexo B seguindo-se-lhes as fases essencialmente efusivas 3.^a e 4.^a.

Fase 3.^a — À fase 3.^a pertencem sem dúvida as lavas em almofada (Am. M-116 e M-120) do tipo dos nefelinitos. A amostra M-120 contém feldespatóides do grupo da hauyna e sodalite e um pouco de leucite. A anfíbola castanha e a piroxena formam fenocristais. A estes mafitos associa-se ainda biotite com orlas de reacção.

A amostra M-116 contém nefelina intersticial, analcite, abundantes cristais de hauyna e sodalite. Encerra, além disso, perowskite e calcite.

Os nefelinitos podem constituir também filões e serão provavelmente seus heteromorfos algumas rochas do tipo augítico, igualmente filonianas.

Um outro augítico (Am. M-197) ocorre constituindo um manto. Por vezes o predomínio de olivina confere a rochas semelhantes às anteriores o carácter limburgítico (Am. M-138).

A amostra M-134, analisada quimicamente, é um augítico um pouco olivínico, heteromorfo dos nefelinitos (etinditos). Os seus parâmetros são: III.7.3.3' [2.2.2(3).(2)3].

β) Fase 4.^a

A fase 4.^a é o mais recente complexo essencialmente efusivo, encontrado na ilha. É constituído por extensos mantos e, por vezes, por filões.

Do ponto de vista petrográfico podemos distinguir fundamentalmente os tipos seguintes:

a) Basanitos.

Constituem, em geral, mantos e mais raramente filões.

Um filão deste tipo (Am. M-97) corta um conglomerado brechóide. O feldespatóide, predominante ou exclusivo, é, muitas vezes, analcite em lugar de nefelina. A estes minerais podem associar-se zeolites fibrosas.

Anfibola castanha associa-se em alguns exemplares a augite titanífera. A calcite é, por vezes, elemento acessório.

A amostra M-421 apresenta encraves ou segregações, constituídos quase totalmente por grãos de piroxena do tipo diopsídico.

O estudo químico da amostra M-429 conduz aos parâmetros III'.7.2.4' [2'.1'.2(3).(2)3], que poderiam corresponder a um nefelinito (etindito); porém a presença de micrólitos de labrador em quantidade apreciável confere-lhe tendência basanítica.

b) Nefelinitos e analcitos.

Os analcitos constituem por vezes filões cortando as formações brechóides e outras vezes mantos.

Os nefelinitos (s. l.) são frequentemente etinditos dada a abundância de minerais máficos. Alguns porém são verdadeiramente nefelinitos. O feldespatoíde, seja analcite ou nefelina, pode ser acompanhado por zeolites.

A olivina é mineral dominante em diferentes amostras, figurando principalmente em fenocristais.

Certos etinditos são mesomelanocratas fazendo assim passagem aos ankaratritos. Não é raro observarmos horneblenda castanha e, em certos casos, encontramos também biotite. Entre os acessórios destaca-se, em certas amostras, perowskite.

c) Ankaratritos e melilitos.

Representam sem dúvida os tipos mais insaturados conhecidos na ilha. São relativamente abundantes, ocorrendo geralmente em mantos. Além dos minerais habituais, é de destacar a ocorrência comum de biotite, analcite, perowskite e melilite. Quando esta última existe em quantidade apreciável estamos em presença de termos de passagem aos melilitos; são rochas olivínicas que apresentam micrólitos típicos de melilite.

A amostra M-56 competem os parâmetros IV.7(8).3.(4)5 [2.3(4).2'.2].

Certas rochas, sem minerais félsicos, do tipo dos limburgitos e augititos, serão provavelmente heteromorfos de rochas da família dos nefelinitos.

Em raros casos a estrutura é microgranular, embora a amostra provenha de um manto; é o que sucede com a amostra M-142, que é um microíjolito olivínico.

γ) Muitas das amostras estudadas não podem, como atrás indicámos, ser incluídas com precisão numa das fases efusivas, mas devem pertencer às fases 1.^a, 3.^a e 4.^a. Formam com frequência filões ou outras pequenas intrusões e também mantos.

As rochas filonianas são as mais comuns. Entre elas encontram-se todos os tipos petrográficos anteriormente referidos. Algumas destas rochas de filão foram estudadas quimicamente. A amostra M-125 é um filão basanítico passando, dada a estrutura, a microteralito. Os seus parâmetros são: (II)III.6.2(3).3 [(2)3.1'.3.2(3)].

Outro basanito é o representado pela amostra M-171 cujos parâmetros são: III(IV).6.3.4 [2.'2.2(3).2].

Um certo número de exemplares provém de mantos; são ainda basanitos, analcíticos, augititos (passando a nefelinitos), nefelinitos (etinditos).

Foi estudada quimicamente a amostra M-155, cujos parâmetros 'III.6.(2)3.'4 [(2)3.(1)2.2(3).2'] indicam um basanito a despeito da escassez do feldespato.

É de notar a presença, num caso ou noutro, de leucite que pode apresentar geminações polissintéticas. Por seu lado a calcite e zeólites fibrosas (ou, com mais raridade, cabazite) ocorrem em vários exemplares.

Entre os mafitos deve ainda destacar-se a frequência de horneblenda castanha e, não raramente, de biotite.

δ) Formações brechóides e rochas carbonatadas.

Um dos resultados mais relevantes dos recentes reconhecimentos geológicos foi a descoberta de formações brechóides associadas com alguns dos complexos eruptivos acabados de referir. Assim o complexo B, essencialmente de sienitos e monzonitos feldespatóidicos, integra rochas brechóides, com elementos de basanitos e fonólitos, que podem ocorrer no contacto com o sienito.

QUADRO

Sienito feldespatóidico (M-13) (b)
 Nefelinito (M-18) (a) . . .
 Ankaratrilo melilitico (M-51) (b)
 Melilito (M-56) (b) . . .
 Teschenito (M-78) (b) . . .
 Vogesito (M-81 A) (a) . . .
 Vogesito (M-81) (a) . . .
 Sienito feldespatóidico (M-105) (b)
 Melteigito (M-106) (b) . . .
 Gabro feldespatóidico (M-108) (b)
 Fonólito (M-123) (b) . . .
 Basanito (M-125) (a) . . .
 Augitito (M-134) (b) . . .
 Etindito (M-155) (b) . . .
 Shonkinito (M-156) (b) . . .
 Basanito (M-171) (b) . . .
 Essexito (M-339) (b) . . .
 Essexito (M-343) (b) . . .
 Traquidolerito analcítico (M-366)
 Basanito (M-429) (a) . . .

4) ANÁLISES QUÍMICAS

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃
Sienito feldespatóidico (M-13) (b)	53,16	22,20	1,22	1,27	0,17	1,72	1,15	8,00	7,17	3,73	0,44	0,06
Nefelinito (M-18) (a)	43,64	18,15	3,50	5,58	0,21	9,39	4,06	5,47	5,33	1,18	2,90	1,05
Ankararito melítico (M-51) (b)	37,05	7,40	4,36	8,09	0,17	13,60	10,91	2,82	1,30	1,08	3,77	1,24
Melilito (M-56) (b)	35,56	9,19	5,47	6,36	0,18	14,88	15,58	2,90	0,55	4,38	3,03	1,65
Tescheno (M-78) (b)	45,80	17,11	3,92	4,46	0,14	8,89	4,99	4,82	3,78	2,19	3,46	0,95
Vogesito (M-81 A) (a)	43,70	18,75	3,64	5,42	0,18	9,59	4,02	0,41	4,93	1,16	2,83	0,75
Sienito feldespatóidico (M-105) (b)	46,98	19,68	3,16	6,92	0,18	13,58	12,95	3,35	2,04	2,18	3,17	0,65
Melilito (M-106) (b)	37,47	12,73	7,12	5,47	0,14	14,45	7,07	3,29	1,89	3,01	2,62	0,89
Gabro feldespatóidico (M-108) (b)	40,60	10,16	4,64	8,68	0,14	14,76	12,97	1,99	1,26	0,98	4,62	0,59
Fonolito (M-123) (b)	48,37	20,49	3,52	2,00	0,17	5,40	1,65	5,46	5,07	4,90	2,20	0,31
Basalto (M-125) (a)	44,70	16,31	5,49	4,26	0,17	9,77	4,02	3,26	4,69	2,45	3,80	0,69
Augito (M-134) (b)	40,35	14,38	4,27	7,58	0,16	12,36	6,08	2,68	2,85	3,81	3,73	0,92
Bandito (M-155) (b)	41,98	15,48	5,89	4,57	0,18	9,78	5,77	3,89	2,77	4,60	3,73	0,92
Shonkinito (M-156) (b)	45,24	19,02	4,03	3,71	0,15	8,41	3,57	6,33	4,21	1,46	2,80	0,82
Basalto (M-171) (b)	42,69	11,49	4,67	7,43	0,17	13,64	10,24	2,64	1,54	1,54	3,50	0,65
Basalto (M-339) (b)	43,87	16,12	4,78	4,86	0,17	9,76	4,42	3,98	4,23	3,81	3,77	0,85
Essexito (M-343) (b)	41,54	13,26	5,92	6,43	0,16	13,35	7,36	2,86	2,12	1,00	4,86	0,71
Traquidolito analítico (M-366) (b)	47,35	17,50	3,79	3,69	0,16	7,27	3,25	5,21	4,60	3,89	2,44	0,44
Basalto (M-429) (a)	40,38	12,86	5,00	7,78	0,14	11,73	7,33	4,56	1,41	3,31	5,14	0,65

Análises de: (a) LEONTINA GUIMARÃES
(b) Laboratório de Técnicas Físico-Químicas aplicadas à Mineralogia e Petrologia (I.L.U.)

B) NORMAS

	or.	ab.	an.	lc.	wt.	il.	ch.	fs.	ol.	il.	en.	ap.	fs.	il.
Sienito feldespatóidico (M-13)	42,87	13,37	3,49	29,43	1,94	1,35	0,43	1,06	0,37	1,77	0,14	0,84		
Nefelinito (M-18)	8,39		9,23	18,12	25,07	12,73	8,91	2,75	0,88	0,30	5,07	2,49	5,51	
Ankararito melítico (M-51)			3,69	6,02	12,93	9,47	7,48	0,93	28,46	3,92	6,32	2,94	6,40	
Melilito (M-56)	22,04	10,32	10,43	2,55	13,29	11,97	9,88	0,61	20,27	1,38	7,98	3,91	5,75	0,61
Tescheno (M-78)	9,23		9,90	12,36	29,38	13,69	9,87	2,57	0,10	0,03	5,28	1,78	5,37	
Vogesito (M-81 A)			7,23	9,45	15,36	16,94	13,49	1,50	13,14	1,61	7,39	2,11	6,02	
Vogesito (M-81)	34,45	6,33	16,15	8,76	15,08	18,36	15,87	2,49	9,92	1,66	6,73	1,40	8,77	0,79
Sienito feldespatóidico (M-105)			14,39	5,84	9,14	21,17	16,40				5,54	3,77	8,22	3,30
Melilito (M-106)			15,07	16,34	3,48	3,01					0,62	0,73	4,18	3,09
Gabro feldespatóidico (M-108)			16,02	13,48	11,67	10,08	3,07	0,47	0,47	0,47	3,27	1,63	7,22	3,23
Fonolito (M-123)	23,96	16,04	16,43	16,34	12,29	15,47	11,03	3,07	4,28	1,31	4,51	2,18	7,08	2,78
Basalto (M-125)	27,72	2,70	18,79	7,53	12,29	15,47	11,03	3,07	4,28	1,31	4,51	2,18	7,08	2,78
Augito (M-134)	7,18		8,67	16,37	2,82	11,05					4,33	1,94	6,65	1,04
Estadito (M-155)	16,37		2,82	11,05							4,33	1,94	6,65	1,04
Shonkinito (M-156)	9,10		1,96	14,95	11,04	20,24	15,49	2,63	7,01	1,31	6,77	1,54	7,16	1,13
Basalto (M-171)	25,00	2,86	13,63	16,70	12,21	10,55					5,29	2,01	7,16	1,13
Essexito (M-339)	12,53	1,27	17,08	12,42	18,61	16,08					7,16	1,68	9,23	0,98
Traquidolito analítico (M-366)	27,18	11,57	10,78	17,62	9,36	8,09					5,34	1,04	4,63	0,11
Basalto (M-429)	8,33	3,56	10,46	18,97	18,16	14,53	1,53	2,61	0,30	7,25	1,54		9,76	

C) PARÂMETROS C.I.P.W. — Lacroix

Sienito feldespatóidico (M-13)	I, 6', 1, (3) 4
Nefelinito (M-18)	(III) III, 8', 2, 3 (4) [2, 1, 3, 3]
Ankararito melítico (M-51)	IV, 8', 2, 4 [2, 4, 2, 2]
Melilito (M-56)	IV, 7 (3), 2, 3 (4) 5 [2, 3 (4), 2, 2]
Tescheno (M-78)	II (III), 6, 2, 4 [2 (3), 1 (2), (2) 3, 2 (3)]
Vogesito (M-81 A)	(II) III, 6', 2, 4 [2, 1, 3, 3]
Vogesito (M-81)	IV, 6, 2, 4 [2, (2) 3, 3, 2]
Sienito feldespatóidico (M-105)	II, 6, 2, 3
Melilito (M-106)	III (IV), 7 (3), 3, 4 [2', 1', 3, 2]
Gabro feldespatóidico (M-108)	IV, 7, 3, 4 [2, 2, 2', 2]
Fonolito (M-123)	I, 1, 6, 2, 3 (4)
Basalto (M-125)	(II) III, 6, 2 (3), 3 [2, 3, 1, 3, 2 (3)]
Augito (M-134)	III, 7, 3, 3' [2, 2, 2 (3), (2) 3]
Estadito (M-155)	III, 6, (2) 3, 4 [(2) 3, (1) 2, 2 (3), 2']
Shonkinito (M-156) (tendência ijolítica)	IV, 7, 2, 4
Basalto (M-171)	III (IV), 6, 3, 4 [2, 2, 2 (3), 2]
Essexito (M-339)	(II) III, 6, 2, 3 [2 (3), 1, 3, (2) 3]
Essexito (M-342)	III, 6, 3, 4 [2', 1, (2) 3, 2']
Traquidolito analítico (M-366)	II, 6, 2, (3) 4
Basalto (M-429)	III, 7, 2, 4' [2', 1', 2 (3), (2) 3]

QUADRO III — Parâmetros (NIGGLI e RITTMANN) de todas as rochas de Maio, quimicamente analisadas

	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti	p	qtz	Si ^o	Al ^o
Sienito feldespático (M-13) (a)	17,96	42,07	12,34	5,92	39,65	0,37	0,44	1,06	0,08	— 87,64	0,66	0,53
Nefelinito (M-18) (a)	101,24	24,81	31,65	23,34	20,19	0,39	0,44	5,05	1,03	— 79,52	0,56	0,50
Ankararito melítico (M-51) (a)	60,27	7,09	63,39	23,70	5,79	0,23	0,73	4,12	0,85	— 62,91	0,49	0,38
Melilito (M-56) (a)	62,07	9,45	57,19	27,33	5,52	0,11	0,70	3,97	1,21	— 60,00	0,51	0,38
Teschenito (M-78) (a)	113,60	25,01	33,86	23,62	17,49	0,33	0,50	6,45	0,99	— 56,36	0,67	0,53
Vogesito (M-81 A) (a)	100,10	25,31	30,73	23,53	20,41	0,30	0,44	4,87	0,72	— 81,56	0,55	0,50
Vogesito (M-81) (a)	73,84	11,25	53,56	26,80	8,37	0,28	0,66	4,39	0,50	— 59,67	0,55	0,42
Sienito feldespático (M-105) (a)	129,68	32,01	25,57	20,02	22,38	0,45	0,43	5,43	1,03	— 59,37	0,68	0,56
Melteigito (M-106) (a)	77,39	15,49	43,44	31,97	9,07	0,27	0,52	6,72	1,39	— 58,92	0,57	0,44
Gabro feldespático (M-108) (a)	75,67	11,16	54,26	29,47	5,09	0,29	0,62	6,47	0,46	— 44,70	0,63	0,43
Fonólito (M-123) (a)	145,19	35,24	20,78	17,36	25,59	0,37	0,35	4,96	0,39	— 57,10	0,72	0,59
Basalto (M-125) (a)	110,34	23,72	35,24	25,84	15,18	0,48	0,45	7,05	0,72	— 50,40	0,69	0,52
Augito (M-134) (a)	87,57	18,39	43,27	28,74	9,58	0,41	0,51	5,84	0,77	— 50,76	0,63	0,47
Etindito (M-155) (a)	99,60	21,64	40,34	24,86	13,14	0,31	0,50	6,65	0,92	— 52,95	0,65	0,50
Shonkinito (M-156) (a)	111,35	27,59	28,51	22,18	21,71	0,30	0,45	5,18	0,85	— 75,50	0,60	0,53
Basalto (M-171) (a)	85,27	13,52	50,20	29,19	7,07	0,27	0,60	5,25	0,54	— 43,02	0,66	0,46
Essexito (M-339) (a)	107,24	23,22	35,18	25,56	15,02	0,41	0,45	6,93	0,87	— 56,87	0,65	0,52
Essexito (M-343) (a)	88,02	16,55	44,36	30,33	8,74	0,32	0,52	7,74	0,63	— 46,94	0,65	0,47
Traquidolerito analítico (M-386) (a)	127,95	27,86	29,50	21,05	21,57	0,36	0,44	4,95	0,50	— 58,36	0,69	0,56
Basalto (M-429) (a)	86,31	16,20	45,55	26,86	11,37	0,16	0,51	8,26	0,58	— 59,17	0,59	0,46
Basalto nefelítico (20) (b)	91,27	15,36	45,16	31,55	7,92	0,09	0,51	8,21	0,65	— 40,42	0,69	0,48
Ankararito (67) (b)	59,53	7,95	56,88	30,23	5,41	0,21	0,72	3,95	0,79	— 62,13	0,49	0,37
Monchiquito (59) (b)	112,29	25,11	27,48	24,72	22,67	0,22	0,37	6,99	0,82	— 78,39	0,59	0,53
Ankararito (17) (b)	89,21	16,18	47,50	29,13	7,18	0,24	0,54	8,38	0,58	— 39,50	0,69	0,47
Basalto nefelítico (26) (b)	108,75	21,18	35,43	29,71	13,67	0,16	0,40	8,21	1,16	— 45,92	0,70	0,52

Análises incluídas nos trabalhos de: (a) T. DE ASSUNÇÃO e M. H. CANILHO (1969). (b) J. BACELAR BEBIANO (1932).
Parâmetros (Quadros II e III) determinados no computador do Centro de Cálculo da Fundação Gulbenkian, à qual apresentamos os melhores agradecimentos.

Na fase efusiva 2.^a encontram-se brechas com cimento lávico e elementos constituídos por basanitos e etinditos.

Outros exemplares representativos de brechas eruptivas têm, como elementos principais, analcíticos e podem pertencer a qualquer das fases efusivas.

Um lugar à parte deve ser reservado às rochas ainda brechóides, ricas de nefelina e calcite, contendo mafitos variados (augite, biotite, anfíbola, óxidos metálicos, etc.).

É possível que estas rochas estejam relacionadas com carbonatitos cuja ocorrência é conhecida na ilha (fase C do esquema anterior). A amostra M-290 (formada essencialmente por calcite e óxidos metálicos) representa um calcário compacto, possivelmente jurássico, metamorfozizado, existindo ainda uma intrusão carbonatítica com digestão parcial do calcário (comunicação verbal do Dr. A. SERRALHEIRO). Na amostra M-211 à calcite associam-se apatite, óxidos metálicos, piroxena, biotite e feldespato alterado; e na amostra M-499, além da calcite, existem óxidos de ferro, nefelina, esfena, apatite e anfíbola.

Nalguns casos as rochas carbonatadas formam corpos com aspecto filoniano.

IV — Quimismo, diagramas representativos e conclusões

Foram efectuadas 20 análises químicas de rochas tanto dos complexos granulares como dos microlíticos. Utilizámos ainda 5 análises já existentes; os resultados, para as análises novas, figuram no Quadro II A). Os Quadros II B e II C) contêm respectivamente as normas e os parâmetros C.I.P.W.-Lacroix. No Quadro III estão incluídos os parâmetros de Niggli e Rittmann para todas as análises conhecidas.

Por sua vez traçámos os diagramas (utilizando todas as análises) QLM (Fig. 1), Si^o-Az^o (Fig. 2) e si-al, fm, c, alk (Fig. 3). É assim possível ter ideia de conjunto do quimismo das rochas de Maio na fase actual dos nossos conhecimentos e, bem assim, do curso geral da diferenciação magmática.

QUADRO III — Parâmetros (NIGGLI e RUTTMANN) de todas as rochas de Maio, quimicamente analisadas

	al	alt	fsm	c	alk	k	mg	ti	p	qs	Sp ^o	Ap ^o
Sienito feldespático (M-13) (a)	17,96	42,07	12,34	5,92	39,65	0,37	0,44	1,06	0,08	— 87,64	0,66	0,63
Nefelinito (M-18) (a)	101,24	24,81	31,65	23,34	20,19	0,39	0,44	5,05	1,03	— 79,52	0,56	0,50
Ankaratrito nefelítico (M-51) (a)	60,27	7,09	63,39	23,70	5,79	0,23	0,73	4,12	0,85	— 62,91	0,49	0,88
Melilitito (M-56) (a)	62,07	9,45	57,19	27,33	5,52	0,11	0,70	3,97	1,21	— 60,00	0,51	0,38
Teschelito (M-78) (a)	115,60	25,01	33,86	23,62	17,49	0,33	0,50	6,45	0,99	— 56,36	0,67	0,53
Vogesito (M-81 A) (a)	100,10	25,31	30,73	23,53	20,41	0,30	0,44	4,87	0,72	— 81,56	0,55	0,50
Vogesito (M-81) (a)	73,84	11,25	53,56	26,80	8,37	0,28	0,66	4,39	0,50	— 59,67	0,55	0,42
Sienito feldespático (M-105) (a)	129,68	32,01	25,57	20,02	22,38	0,45	0,43	5,43	1,03	— 59,87	0,68	0,56
Malteigito (M-106) (a)	77,39	15,49	43,44	31,97	9,07	0,27	0,52	6,72	1,39	— 58,92	0,57	0,44
Gabro feldespático (M-108) (a)	75,67	11,16	54,26	29,47	5,09	0,29	0,62	6,47	0,46	— 44,70	0,63	0,43
Fonólito (M-123) (a)	145,19	36,24	20,78	17,36	25,59	0,37	0,85	4,96	0,39	— 57,10	0,72	0,59
Basaltito (M-125) (a)	110,34	23,72	35,24	25,34	15,18	0,48	0,45	7,05	0,72	— 50,40	0,69	0,52
Augitito (M-134) (a)	87,57	18,39	43,27	28,74	9,53	0,41	0,51	5,84	0,77	— 50,76	0,63	0,47
Extindro (M-155) (a)	99,60	21,64	40,34	24,86	13,14	0,31	0,50	6,65	0,92	— 52,95	0,65	0,50
Shonkinito (M-156) (a)	111,35	27,59	28,51	22,18	21,71	0,30	0,45	5,18	0,85	— 75,50	0,60	0,53
Basaltito (M-171) (a)	85,27	13,52	50,20	29,19	7,07	0,27	0,60	5,25	0,54	— 43,02	0,66	0,46
Essexito (M-339) (a)	107,24	23,22	35,18	25,56	16,02	0,41	0,45	6,93	0,87	— 56,87	0,65	0,52
Essexito (M-343) (a)	88,02	16,55	44,36	30,33	8,74	0,32	0,52	7,74	0,63	— 46,94	0,65	0,47
Traquidolerito analítico (M-366) (a)	127,95	27,86	29,50	21,05	21,57	0,36	0,44	4,95	0,50	— 58,36	0,69	0,56
Basaltito (M-429) (a)	86,31	16,20	45,55	26,86	11,37	0,16	0,51	8,26	0,58	— 59,17	0,59	0,46
Basalto nefelítico (20) (b)	91,27	15,36	45,16	31,55	7,92	0,09	0,51	8,21	0,65	— 40,42	0,69	0,48
Ankaratrito (67) (b)	59,53	7,95	56,88	30,23	5,41	0,21	0,72	3,95	0,79	— 62,13	0,49	0,37
Monchiquito (59) (b)	112,29	25,11	27,48	24,72	22,67	0,22	0,37	6,39	0,82	— 78,39	0,59	0,53
Ankaratrito (17) (b)	39,21	16,18	47,50	29,13	7,18	0,24	0,54	8,38	0,58	— 39,50	0,69	0,47
Basalto nefelítico (26) (b)	103,75	21,13	35,43	29,71	13,67	0,16	0,40	8,21	1,16	— 45,92	0,70	0,52

Análises incluídas nos trabalhos de: (a) T. DE ASSUNÇÃO e M. H. CANILHO (1969). (b) J. BACELAR DEBIANO (1932).

Parâmetros (Quadros II e III) determinados no computador do Centro de Cálculo da Fundação Gulbenkian, à qual apresentamos os melhores agradecimentos.

De acordo com os caracteres petrográficos comuns no arquipélago, as rochas de Maio possuem um quimismo nitidamente insaturado, facto este bem patente, quer no diagrama QLM quer no diagrama $\text{Si}^\circ\text{-Az}^\circ$. Com efeito no diagrama QLM não encontramos nenhum ponto sobre ou acima da linha FM de hipossaturação. Por seu lado as rochas granulares e as microlíticas apresentam composições similares, distribuindo-se dentro do mesmo domínio.

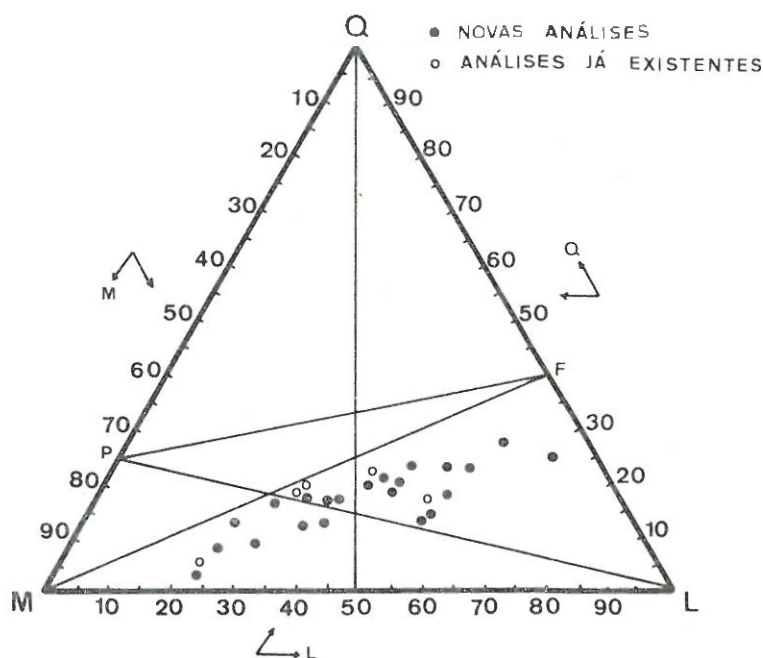


Fig. 1 — Diagrama QLM.

No diagrama $\text{Si}^\circ\text{-Az}^\circ$ notamos ausência total de pontos figurativos no domínio correspondente ao grupo Ia e mesmo em parte do domínio correspondente a Ib. Na verdade o parâmetro Si° para todas as rochas não ultrapassa o valor 0,72; a maior concentração de pontos figurativos corresponde ao domínio compreendido entre os valores 0,55 e 0,70 para Si° .

Na fig. 3 pode verificar-se que o ponto isofálico será provavelmente próximo de 120, portanto inferior ao valor admitido para S. Vicente (4).

Se procurarmos considerar estes factos no quadro geral da petrografia cabo-verdiana, reconheceremos principalmente os seguintes tópicos:

1.º — Na ilha de Maio os dados petrográficos, até agora conhecidos e que julgamos suficientemente representativos, mostram um grau de hipossaturação mais acentuado do que no conjunto do arquipélago. Em particular se estabelecermos uma comparação

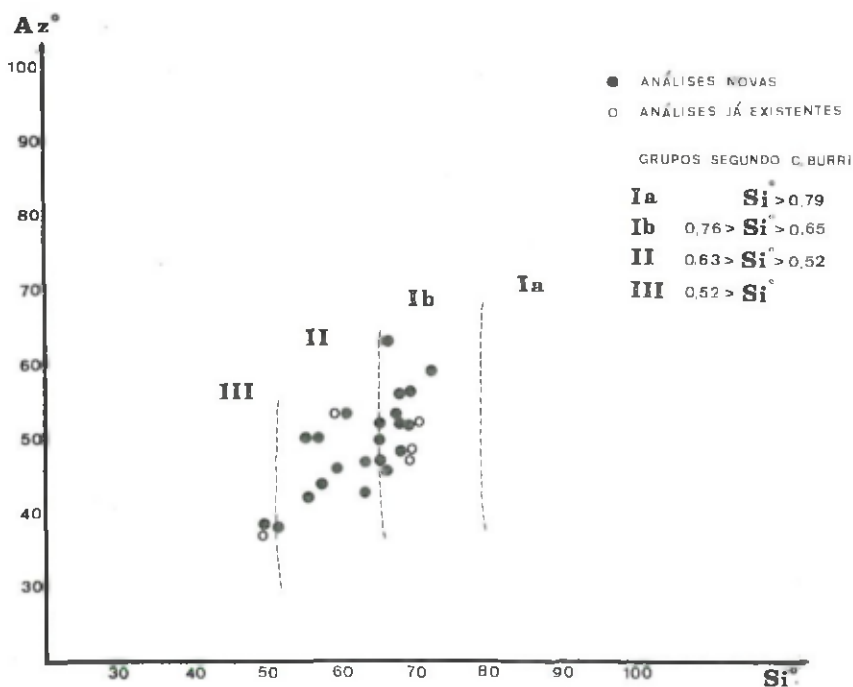


Fig. 2 — Diagrama Siº-Azº.

com a ilha de S. Vicente, também a mesma conclusão resulta; com efeito em S. Vicente (4) não são raras as rochas com Siº maior que 0,79 (grupo Ia de Burri) e encontram-se tipos petrográficos, embora pouco frequentes, vizinhos da saturação.

2.º — As rochas dos complexos granulares oferecem as mesmas características das rochas granulares de outras ilhas do arquipélago: são sempre, por um lado, tipos essexíticos ou afins, e, por

outro lado, sienitos ou monzonitos feldespatóidicos. A correspondência com as lavas é nítida. Simplesmente nestas encontram-se frequentemente tipos extremamente deficitários em sílica (v. g. nefelinitos, ankaratritos, melilitos) os quais não são tão comuns nas rochas granulares. Não devemos ignorar, no entanto, a existência em certas ilhas de verdadeiros ijolitos (s. l.).

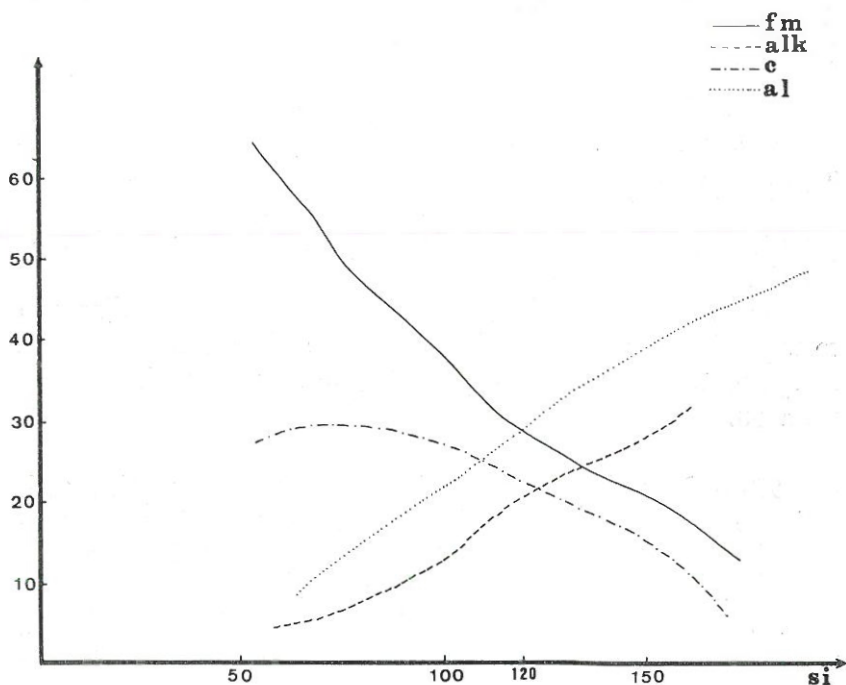


Fig. 3 — Diagrama si-fm, alk, c, al.

3.º — A diferenciação magmática em Maio parece, então, mais limitada do que noutras ilhas do arquipélago como em S. Vicente. Mas ela é bem mais avançada do que no Fogo, a despeito de ser esta a única ilha em que ainda se mantém a actividade vulcânica. Na verdade as lavas (e pequenas intrusões relacionadas), nesta última ilha, oferecem um campo muito limitado de diferenciação (5) (6), facto bem estabelecido em virtude do grande número de dados químicos de que dispomos actualmente. Por sua vez, ainda quanto ao Fogo, pouco se conhece sobre complexos granulares, os quais estão apenas representados por pequenos

aflorescimentos de carbonatitos e de outras rochas extremamente deficitárias de sílica.

4.º — As Figs. 4, 5 e 6 permitem uma vista de conjunto quanto ao quimismo de todo o arquipélago, em face dos conhecimentos actuais. Estes conhecimentos não têm o mesmo valor para todas as ilhas, sendo ainda escassos no tocante a Santiago, Boa Vista, Sal e S. Antão. Na ilha Brava conhecem-se complexos granulares bem desenvolvidos, principalmente com composição de sienitos feldespatóidicos. Têm sem dúvida grande analogia com as rochas do mesmo tipo do complexo B de Maio (7).

A Fig. 5 (diagrama alcalis totais- SiO_2) patenteia claramente o já bem conhecido carácter alcalino das rochas cabo-verdianas.

As linhas A e A' separam o campo das rochas alcalinas (basaltos alcalinos e seus diferenciados) dos dos basaltos ricos de alumínio e dos basaltos toleíticos.

As rochas de Maio predominam no campo do diagrama correspondente aos mais baixos teores de SiO_2 ; com uma única excepção, todas apresentam percentagem de SiO_2 muito inferiores a 50.

5.º — Como foi antes referido, o complexo eruptivo mais antigo é essencialmente constituído por rochas básicas e granulares (essexitos, gabros feldespatóidicos, etc.). A idade deste complexo deve remontar ao Cretácico médio.

As fases de actividade eruptiva, que depois se sucederam, mostram uma variedade relativamente grande de tipos petrográficos. O complexo B, essencialmente de rochas granulares, contém tipos mais silicatados (v. g. sienitos e monzonitos feldespatóidicos), os quais faltam completamente na fase A, mais antiga. É na fase B que encontramos portanto, maior diferenciação podendo pensar-se numa variação progressiva desde tipos mais básicos (v. g. gabros feldespatóidicos) até aos sienitos feldespatóidicos através de rochas de composição monzonítica.

As fases onde predominam as lavas que designámos por 1.ª, 2.ª, 3.ª e 4.ª, oferecem um curso semelhante de diferenciação, o qual irá desde as lavas mais básicas, como nefelinitos e basanitos até lavas mais silicatadas do tipo fonolítico.

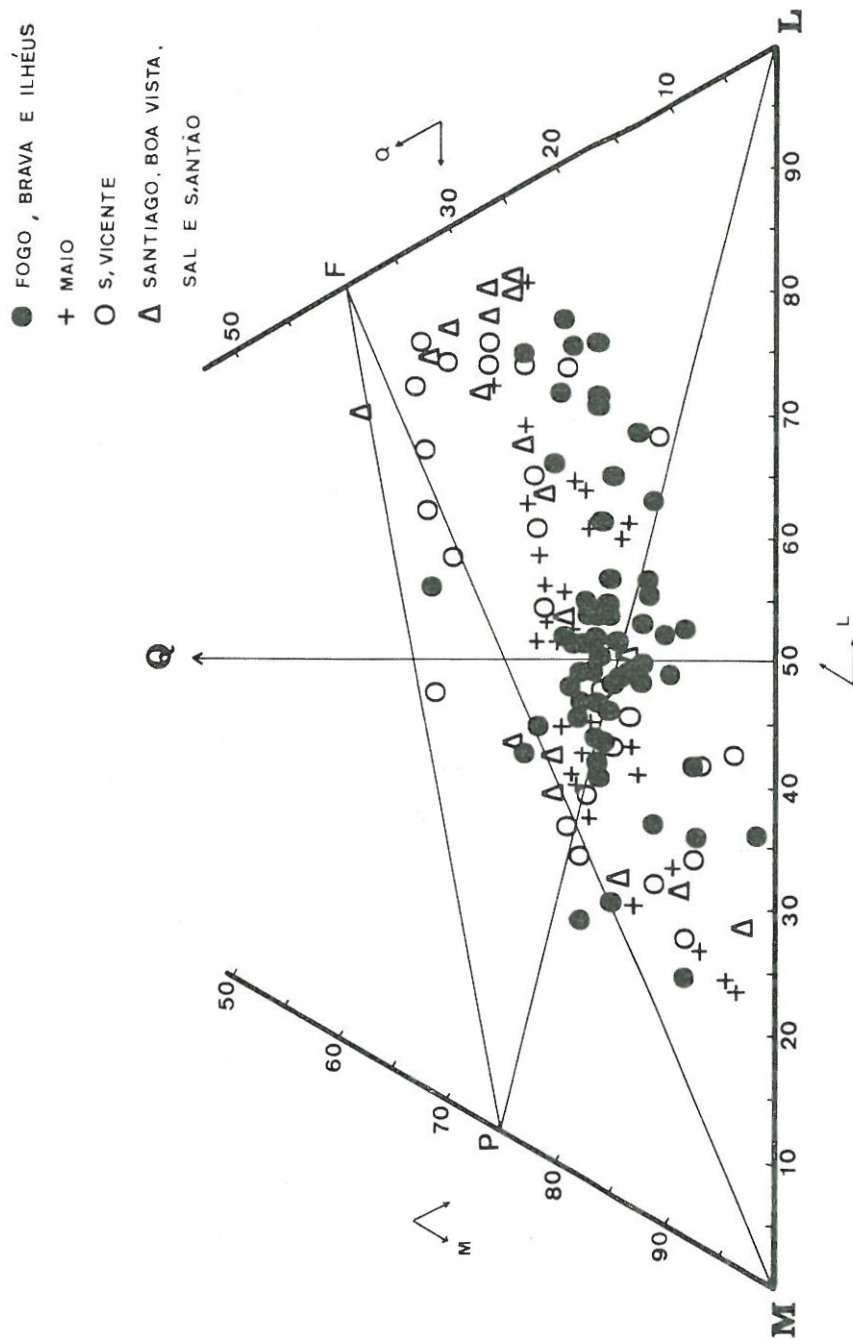


Fig. 4 — Diagrama QLM.

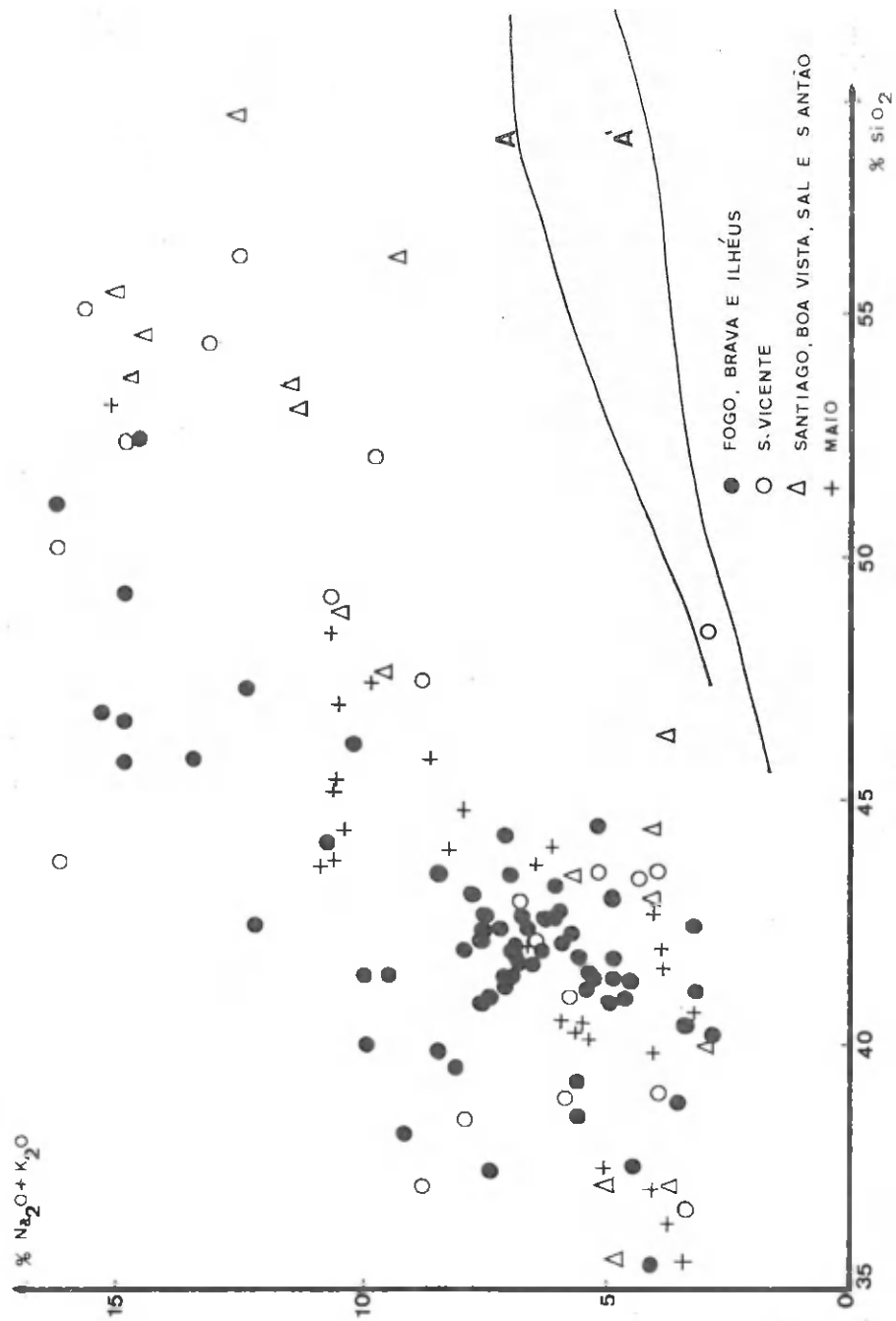


Fig. 5 — Diagrama alcalis totais-SiO₂.

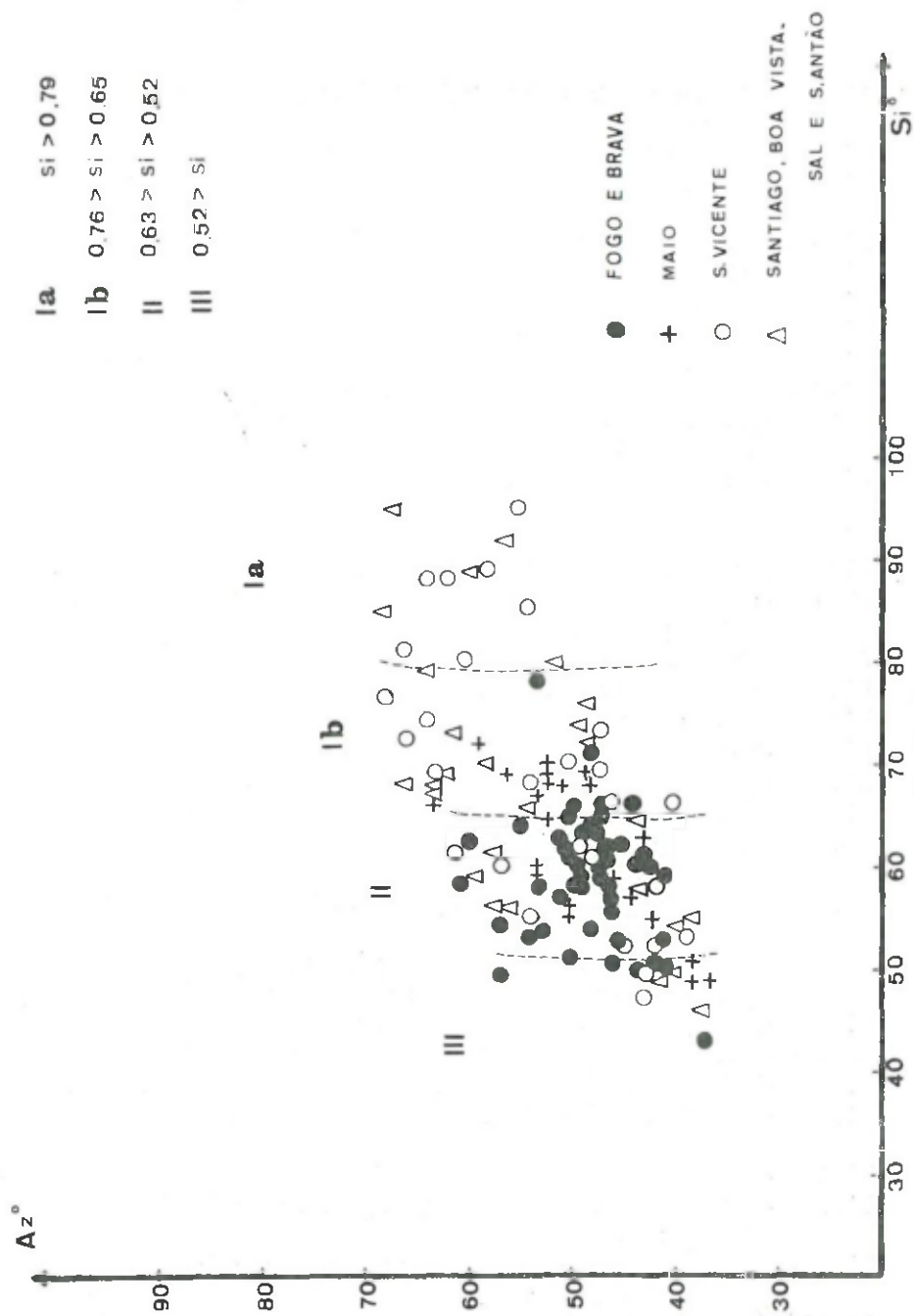


Fig. 6 — Diagrama $Si^\circ-Az^\circ$.

Lista das localidades das amostras estudadas

- M-1 — Colo dos montes para norte da estrada que passa junto do Monte Branco.
- M-13 — Cerca de 3 km sudoeste do Monte Branco.
- M-14 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-15 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-16 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-17 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-18 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-19 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-20 — 300 m a sul da estrada, no extremo do afloramento sienítico.
- M-24 — Aba sudoeste do Monte Branco, a 50 m do lado norte da estrada.
- M-28 — 500 m a norte da estrada, na aba norte do Monte Branco.
- M-29 — Cerca de 800 m a oeste do Monte Branco.
- M-43 — Encosta sul na Lomba do Meio, 20 m acima do contacto com os calcários secundários.
- M-48 — Cerca de 800 m nordeste de Esgrovere.
- M-49 — Cerca de 1300 m nordeste de Esgrovere.
- M-50 — Junto da ribeira da Água Funda, a este do afloramento representado por M-49.
- M-51 — Cerca de 1300 m nordeste-este de Esgrovere.
- M-56 — A norte da Ponta Negra.
- M-57 — Ponta Negra.
- M-64 — Tovil. Perto do poço novo, junto da estrada.
- M-71 — Cerca de 200 m norte do Montinho de Lume.
- M-72 — Cerca de 3500 m este-sudeste, junto da estrada do Morro.
- M-78 — Perto da Figueira da Horta, junto do leito maior da ribeira da Figueira Capada.
- M-79 — Perto da Figueira da Horta, junto do leito maior da ribeira da Figueira Capada.
- M-80 — Junto da estrada, no lado sul, a seguir aos escarpados da ribeira, quando se caminha para este, na ribeira da Figueira Capada.
- M-81 — 3000 m sudoeste do Monte Branco, a 200 m do contacto.
- M-82 — 3000 m sudoeste do Monte Branco, a 200 m do contacto.
- M-83 — Meio do caminho entre o Monte Branco e a Lomba da Vigia.
- M-91 — Escarpa da ribeira do Monte Branco, junto das hortas de Pilão Cão.
- M-92 — 500 m norte das casas de Pedro Vaz.
- M-97 — A este e logo a seguir às casas, na grande curva da ribeira que passa por Pedro Vaz.
- M-98 — A este e logo a seguir às casas, na grande curva da ribeira que passa por Pedro Vaz.
- M-104 — 1500 m de Figueira da Horta, na estrada para D. João.

- M-105 — Na confluência das duas ribeiras, em Figueira Sêca.
 M-106 — Na confluência das duas ribeiras, em Figueira Sêca.
 M-107 — Cimo do Monte Forte.
 M-108 — Entre Monte Forte e Pedregal.
 M-110 — Cimo do Monte Almagre.
 M-111 — Encosta oeste do Monte Bombagelim.
 M-112 — A sul do Monte Batalha.
 M-116 — 1000 m oes-noroeste do Barreiro na ribeira Cumiassa.
 M-118 — 1000 m oes-noroeste do Barreiro na ribeira Cumiassa.
 M-119 — 1000 m oes-noroeste do Barreiro na ribeira Cumiassa.
 M-120 — 850 m oes-noroeste do Barreiro.
 M-122 — 600 m noroeste do Barreiro.
 M-123 — 650 m nor-nordeste do Barreiro.
 M-124 — 650 m nor-nordeste do Barreiro.
 M-125 — 1050 m nor-nordeste do Barreiro.
 M-126 — 1150 m norte do Barreiro.
 M-127 — 1150 m norte do Barreiro.
 M-128 — 1750 m nor-noroeste do Barreiro.
 M-129 — 1800 m nor-noroeste do Barreiro.
 M-134 — Escarpa da margem direita na ribeira Casas Velhas.
 M-136 — Ribeira das Casas Velhas, a norte da estrada para Barreiro.
 M-137 — 1200 m este-sudeste de Toril, ribeira das Casas Velhas.
 M-138 — 1500 m de Toril, ribeira das Casas Velhas.
 M-142 — 1350 m su-sudeste de Esgrovere.
 M-145 — 360 m sudeste do poço do Toril, ribeira Preta.
 M-149 — 1100 m sudoeste do Esgrovere, ribeira Preta.
 M-150 — 1080 m nor-nordeste do poço do Toril.
 M-151 — 1090 m este-nordeste do Barreiro, ribeira da Lagoa.
 M-153 — 1350 m este-nordeste do Barreiro, ribeira da Lagoa.
 M-155 — 1100 m su-sudoeste da Figueira da Horta.
 M-156 — 1100 m su-sudoeste da Figueira da Horta.
 M-163 — 1000 m oes-sudoeste de D. João.
 M-165 — 1070 m sudeste da Figueira Sêca.
 M-166 — 1150 m sudeste da Figueira Sêca.
 M-167 — 1150 m sudeste da Figueira Sêca.
 M-168 — 810 m su-sudeste da Figueira Sêca.
 M-170 — 1400 m nordeste de Lagoa.
 M-171 — 1500 m este-nordeste de Lagoa.
 M-172 — 900 m de Lagoa.
 M-191 — 1410 m nordeste do Esgrovere.
 M-192 — 1440 m nordeste do Esgrovere.
 M-197 — 630 m noroeste do Esgrovere.
 M-201 — 1740 m norte de Esgrovere.
 M-204 — 660 m nor-noroeste de Esgrovere.
 M-211 — 180 m sudeste de Figueira Horta.
 M-213 — 790 m su-sudoeste da Figueira da Horta.

M-219 — 1740 m noroeste de Figueira da Horta.
 M-221 — 210 m norte da Figueira Sêca.
 M-228 — 1800 m nordeste da Figueira Sêca.
 M-229 — 1800 m nordeste da Figueira Sêca.
 M-230 — 1800 m nordeste da Figueira Sêca.
 M-231 — 1800 m nordeste da Figueira Sêca.
 M-238 — 600 m norte da Figueira Sêca.
 M-242 — 1400 m nor-nordeste da Figueira da Horta.
 M-244 — 1500 m norte da Figueira da Horta.
 M-249 — 1500 m nor-noroeste da Figueira da Horta.
 M-258 — 870 m sudoeste de Calheta de Baixo.
 M-261 — 900 m oeste-sudoeste de D. João.
 M-263 — 1260 m su-sudoeste da ponta do Morro da Areia.
 M-274 — 1290 m oeste-sudoeste da ponta dos Flamengos.
 M-277 — 690 m oeste-noroeste da Lomba da Vigia.
 M-289 — 420 m oeste-sudoeste da Lomba da Vigia.
 M-290 — 420 m oeste-sudoeste da Lomba da Vigia.
 M-294 — 510 m nordeste da Lomba da Vigia.
 M-296 — 300 m norte da Lomba da Vigia.
 M-303 — 990 m oeste-sudoeste da Lomba da Vigia.
 M-305 — 660 m oeste-noroeste da Lomba da Vigia.
 M-307 — 1350 m este-noroeste da Lomba da Vigia, ribeira da Bata.
 M-324 — 1100 m oeste-sudoeste da Lomba da Vigia.
 M-333 — 2070 m nor-noroeste da Figueira da Horta.
 M-334 — 2700 m nor-noroeste da Figueira da Horta.
 M-338 — 3150 m nor-noroeste da Figueira da Horta.
 M-339 — 3180 m norte da Figueira da Horta.
 M-342 — 1170 m sudeste do Monte Almagre.
 M-343 — 1200 m este-sudeste do Monte Almagre.
 M-344 — 660 m este-nordeste do Monte Almagre.
 M-345 — 630 m este-nordeste do Monte Almagre.
 M-349 — 330 m oeste do Monte Almagre.
 M-353 — 690 m este-sudeste do Monte Pedregal.
 M-356 — 1340 m noroeste do Monte Branco.
 M-362 — 600 m oeste-noroeste do Monte Pedregal.
 M-364 — 600 m oeste do Monte Pedregal.
 M-366 — 660 m nordeste do Monte Forte.
 M-367 — 660 m nordeste do Monte Forte.
 M-370 — 1500 m nor-noroeste do Monte Forte.
 M-371 — 1500 m nor-noroeste do Monte Forte.
 M-385 — 1140 m sudeste da praia Gonçalves.
 M-390 — 1140 m noroeste do Monte Batalha.
 M-398 — 1080 m sul do Monte Vermelho.
 M-404 — 1410 m nor-noroeste do Monte Bombagelino.
 M-418 — 510 m su-sudoeste do Monte St.º António.
 M-419 — 420 m su-sudoeste do Monte St.º António.

- M-420 — 450 m sudoeste do Monte St.^o António.
 M-421 — 420 m sudoeste do Monte St.^o António.
 M-422 — 330 m sudoeste do Monte St.^o António.
 M-423 — 240 m oeste-sudoeste do Monte St.^o António.
 M-424 — Topo do Monte St.^o António.
 M-429 — 690 m ceste-sudoeste da Laje Branca.
 M-434 — 930 m su-sudeste do marco, Ponta Cais.
 M-438 — 360 m nordeste da Ponta Rica.

Junta de Inv. do Ultramar.
 Agrupamento Científico de Estudos de Geologia
 da Universidade de Lisboa, Dezembro 1969.

BIBLIOGRAFIA

- ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE — «Expedição científica à Ilha do Fogo. Estudos petrográficos». *Mem. da Junta de Inv. do Ultramar*. Lisboa, 1960.
- ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE — «Estudos petrográficos da Ilha de S. Miguel». *Com. Serv. Geol. Portugal*, t. XLV. Lisboa, 1961.
- 4) ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE, & CANILHO, M. H. — «Petrografia da Ilha de S. Vicente. Novos elementos para o seu conhecimento». *Garcia de Orta* (Lisboa), vol. 13 (n.^o 2), 235-258, 1965.
- 1) ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE, MACHADO, F. and GOMES, R. A. DAVID — «On the occurrence of carbonatites in the Cape Verde Islands». *Bol. Soc. Geol. Port.*, vol. 16, pp. 179-188, 1965.
- 6) ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE, MACHADO, F., & SILVA, L. C. — «Petrologia e vulcanismo da Ilha do Fogo (Cabo Verde)». *Garcia de Orta*, vol. 15, pp. 99-110, 1967.
- BARROS, L. A. DE — «A Ilha do Príncipe e a linha dos Camarões». *Mem. da Junta de Inv. do Ultramar*, n.^o 17, Lisboa, 1960.
- BEBIANO, J. BACELAR — «A geologia do arquipélago de Cabo Verde». *Com. Serv. Geol. Portugal*, t. XVIII, Lisboa, 1932.
- BERTHOIS, L. — «Contribution à la connaissance lithologique de l'Archipel du Cap-Vert». *Estudos, Ensaios e Documentos*, VII, *Junta de Inv. Coloniais*, Lisboa, 1950.

- BURRI, C. — «Petrochemie der Capverden und Vergleich des Capverdischen Vulkanismus mit demjenigen des Rheinlandes», *Schweiz. Min. Petr. Min.* 40-1, 1960.
- CROSS, IDINGS PIRSSON & WASHINGTON — «Quantitative classification of igneous rocks». Chicago, 1903.
- DENAEYER, MARCEL, E — «Tableaux de Pétrographie», Paris, 1951.
- ERMERT, H. — «Ein Beitrag zur Kenntnis der Gesteine der Kapverdischen Inseln São Vicente und Sal, mit Überblick über die Kapverdischen Inseln als Gesteinsprovinz». *Chem. d. Erde* 10, s. 155-187, a. als Inaug. Diss. Univ. Göttingen, 1936.
- HOLMES, A. — «Petrographic methods and calculations». London, 1923.
- JESUS, A. M. DE — «Subsídios para a petrologia do Arquipélago de Cabo Verde». *Com. Serv. Geol. Portugal*, t. XVIII, Lisboa, 1932.
- LACROIX, A. — «Classification des roches éruptives». *Laboratoire de Minéralogie du Muséum National d'Histoire Naturelle*. Paris, 1933.
- 5) MACHADO, F. & ASSUNÇÃO, C. F. TORRE DE — «Carta geológica de Cabo Verde (folha da Ilha do Fogo)». *Garcia de Orta*, vol. 13, pp. 597-604, 1965.
- 7) MACHADO F., LEME, J. A., MONJARDINO, J. & SEITA, M. F. — (no prelo) — «Carta geológica de Cabo Verde. Notícia explicativa da folha da Ilha Brava e dos ilhéus Secos».
- 8) MENDES, F. & CANILHO, M. H. — «The strontium isotopic composition in carbonate rocks of Cape Verde islands». *Bol. Soc. Geol. Portugal*, vol. XVI (pp. 197-202, 1968).
- PART, G. M. — «Volcanic rocks from the Cape Verde islands». *Bulletin of British Museum (Natural History)*, Mineralogy, vol. 1, n.º 2, London, 1950.
- REINISH, R. — «Gesteine der Atlantischen Inseln St. Helena, Ascension, São Vicente (Kapverden) und São Miguel (Azoren)». *Deutsche Südpolarexped.* 1901-1903. Bd. 2, Geographie und Geologie. S. 643-664, 1906.
- RITTMANN — «Volcanoes and their activity», 1960.
- RITTMANN — «Sulla determinazione quantitative delle serie magmatiche Stromboli. Messina, 1958.
- SAHAMA, Th. G. — «Thermal metamorphism of the volcanic rocks of Mt. Nyiragongo (Eastern Congo)». *C. R. de la Société Géologique de Finlande*, n.º XXXIII, 1961.

- SAHAMA, Th. G. — «Petrology of Mt. Nyiragongo». Transactions of the Edinburgh Geological Society, vol. 19, part. 1, 1962.
- TAZIEFF, H. — «L'éruption du volcan Gituro (Kivu, Congo Belge), de Mars à Juillet 1948». Service Géologique. Léopoldville, 1951.
- 2) TUTTLE, O. F. & GITTINS, J. (ed) — «Carbonatites». Wiley Intersc. Publishers, Lisboa, 1966.

Obs. — As obras numeradas são as citadas no texto.

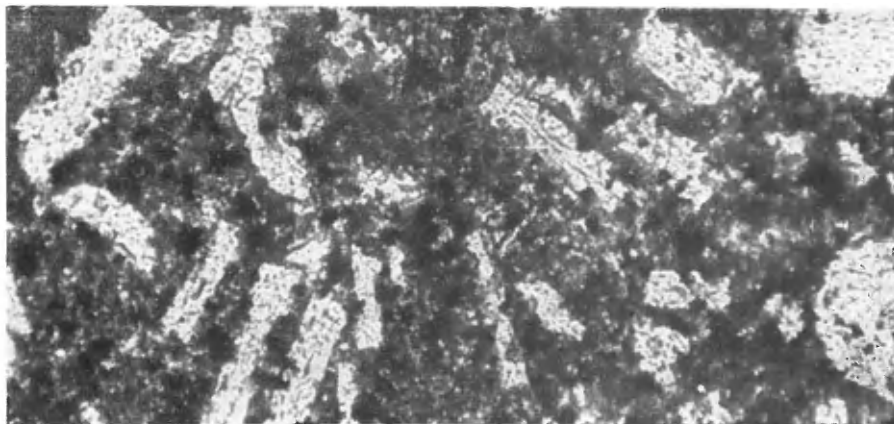


Foto 1 — Melilitito olivínico (amostra n.º 192). Melilite e minério. Nicóis cruzados. 80 $\times$.

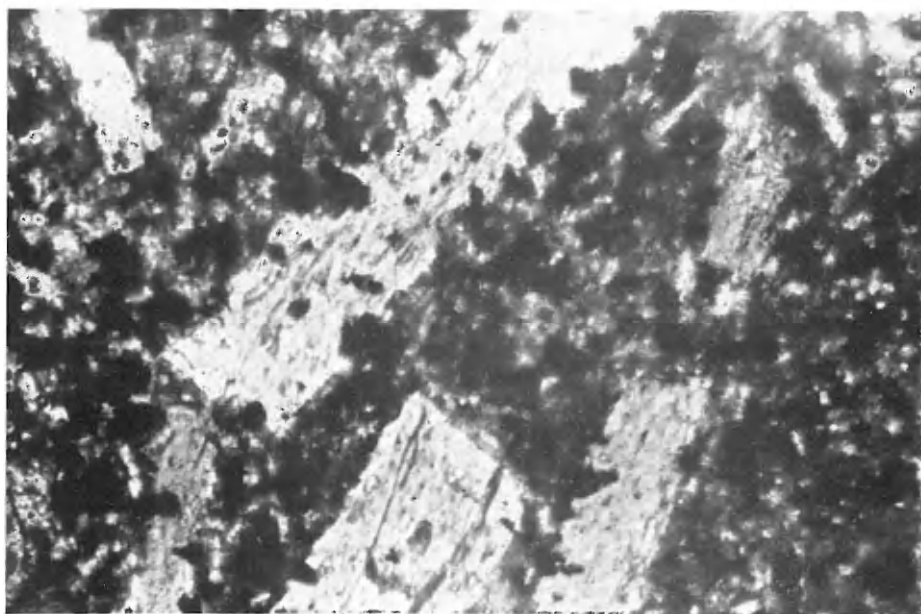


Foto 2 — Melilitito olivínico (amostra n.º 192). Melilite e minério (pormenor).
Nicóis cruzados, 190 $\times$.

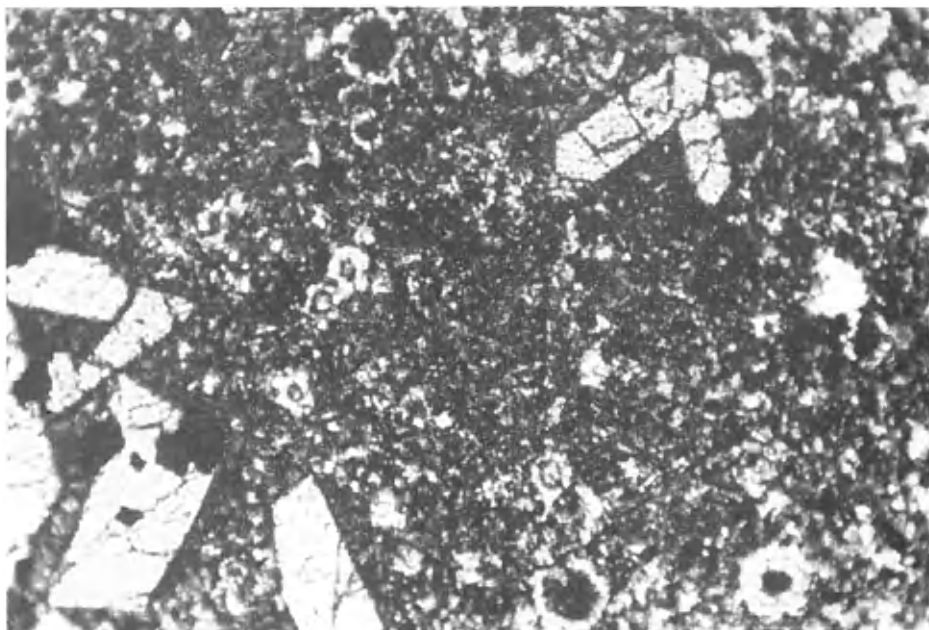


Foto 3 — Nefelinito (amostra n.º 116). Minerais do grupo da Sodalite, Piroxena e nefelina.
Sem anal. 80×.

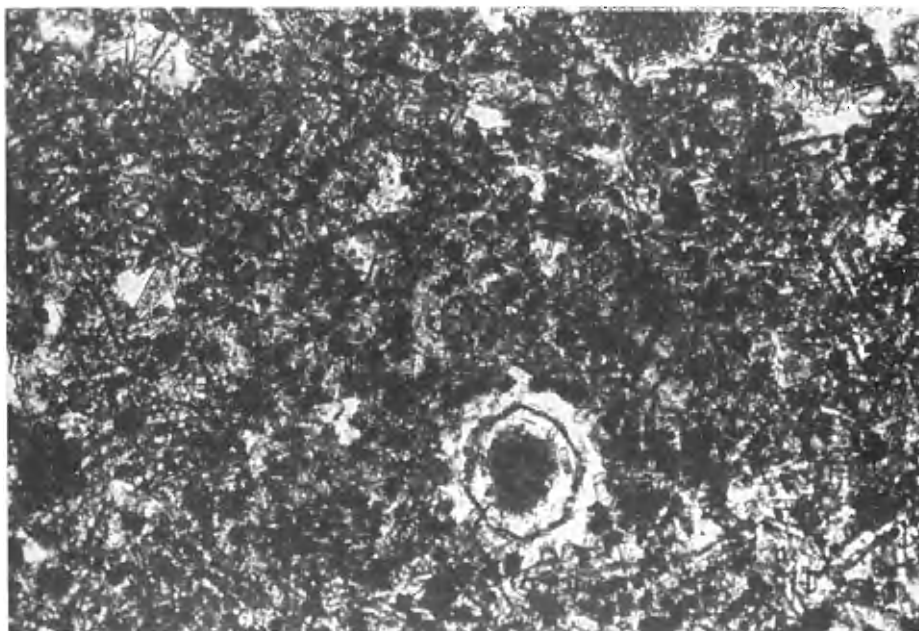


Foto 4 — Nefelinito (amostra n.º 116). Minerais do grupo da sodalite
(pormenor). Sem anal. 190×.

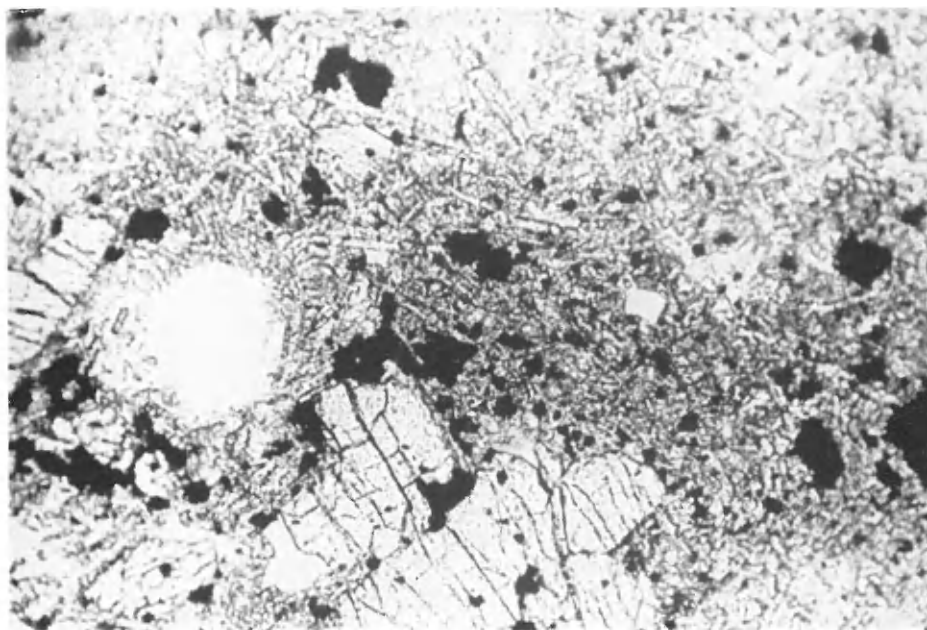


Foto 5 — Etindito (amostra n.º 109). Piroxena e minério. Sem anal. 80×.

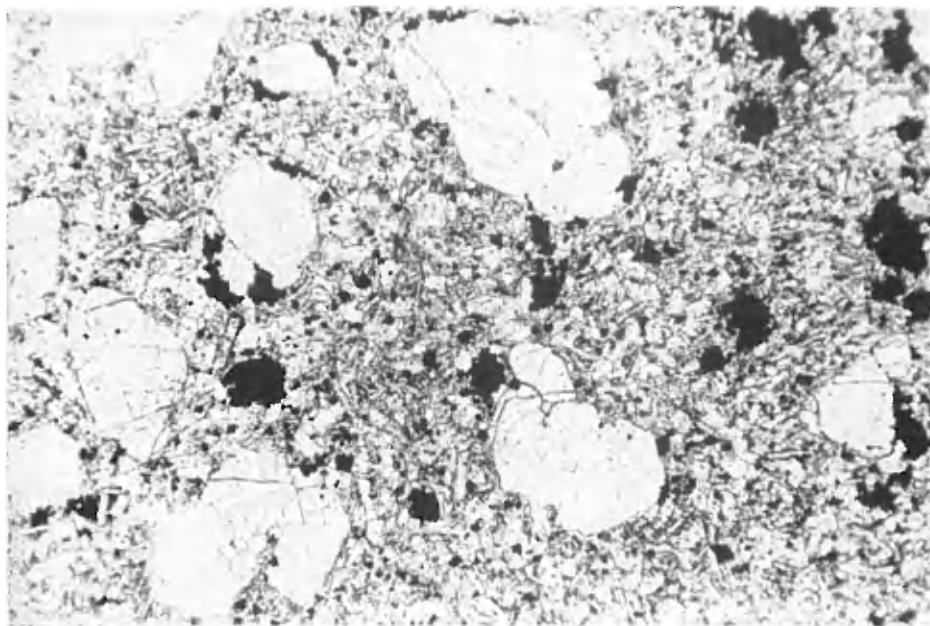


Foto 6 — Ankaratrito (amostra n.º 51). Olivina, minério e melilite. Sem anal. 80×.

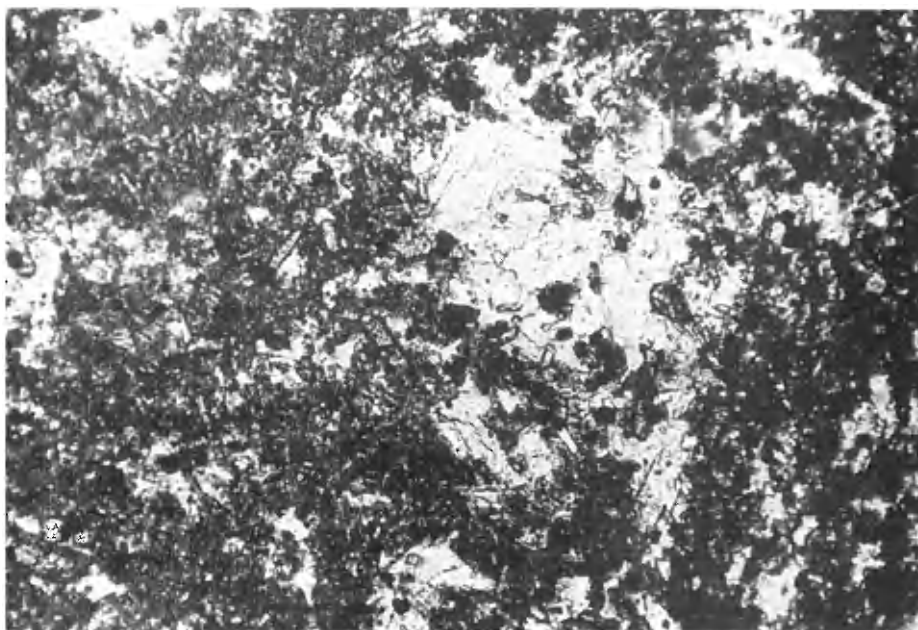


Foto 7 — Basanito (amostra n.º 429). Plagioclase, piroxena e minério.
Nicolis cruzados. 80 $\times$.

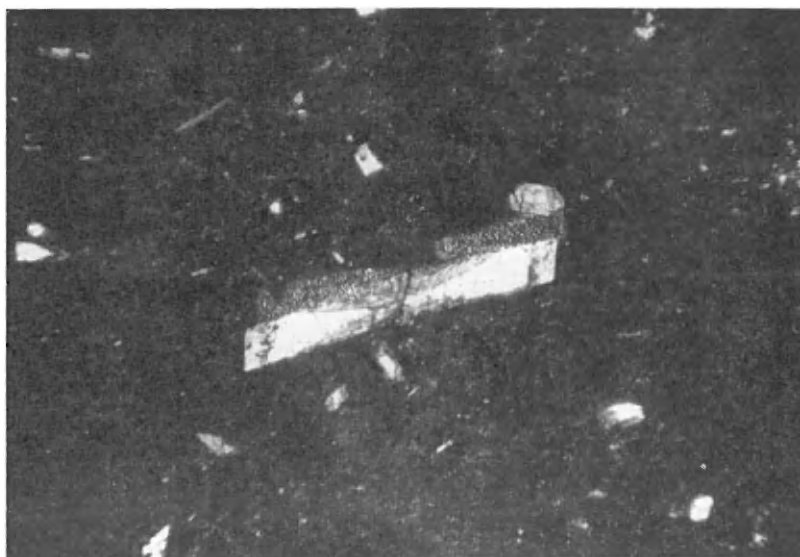


Foto 8 — Nefelinito (amostra n.º 404). Piroxena geminada em ampulheta.
Nicolis cruzados, 35 $\times$.



Foto 9 — Vogesite (amostra n.º 81). Anfíbola, piroxena e minério. Sem anal. 35×.

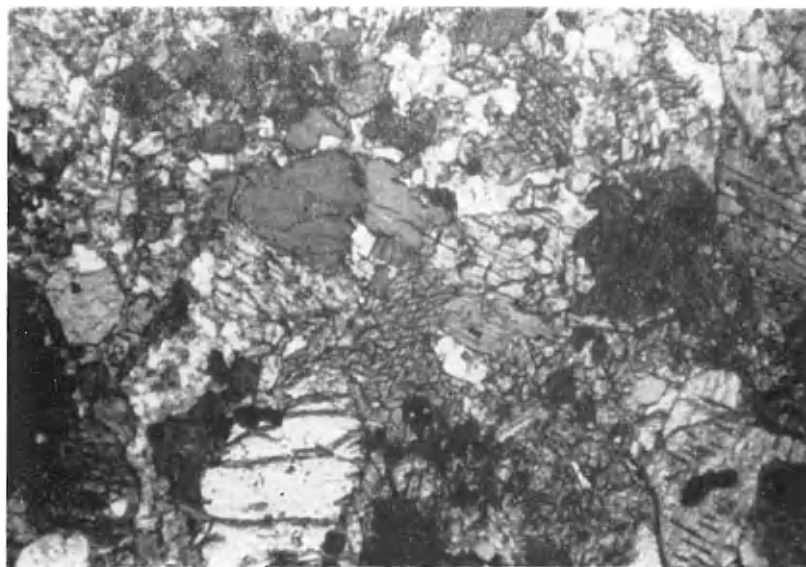


Foto 10 — Vogesite (amostra n.º 81 A). Anfíbola, piroxena e minério. Sem anal. 35×.

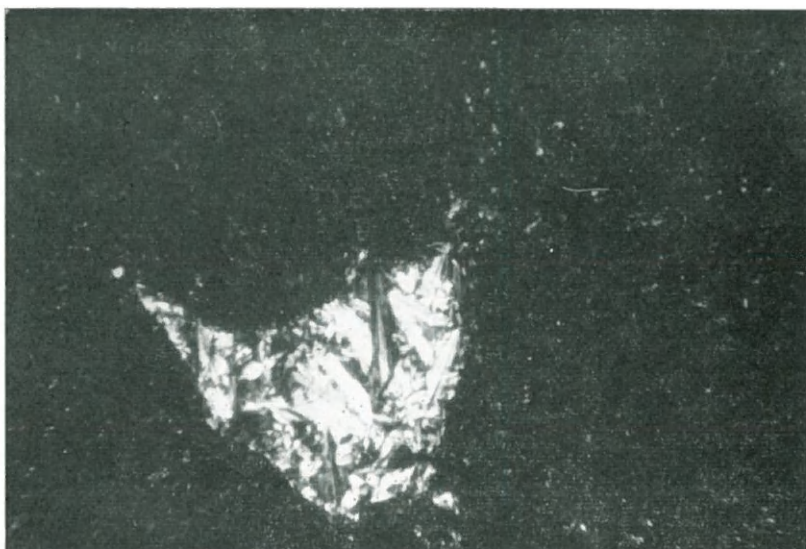


Foto 11 — Analcitito (amostra n.º 91). Amígdala com zeolites, Nicóis cruzados, 25 $\times$.

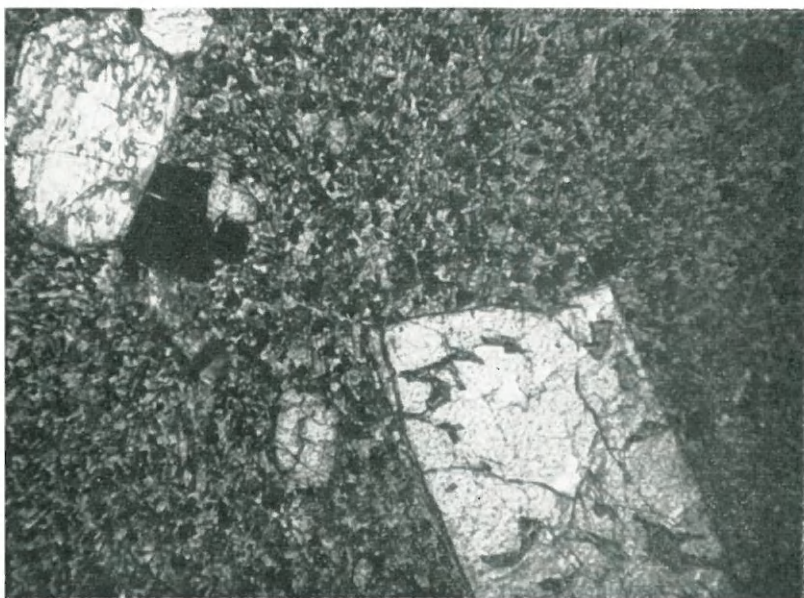


Foto 12 — Augitito (amostra n.º 134). Piroxena (micrólitos e fenocristais) e minério.
Sem anal, 35 $\times$.