

UNIVERSIDADE DE S. PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

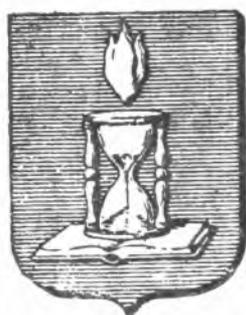
BOLETIM XCI

ERUPTIVAS ALCALINAS DE CANANEIA

POR

RUY OZORIO DE FREITAS, D. Sc.

GEOLOGIA N.º 4



S. PAULO — BRASIL
1947

Os Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo são editados pelos Departamentos das suas diversas secções.

Toda correspondência deverá ser dirigida para o Departamento respectivo da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – Caixa Postal 105-B, S. Paulo, Brasil.

The “Boletins da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de S. Paulo” are edited by the different departments of the Faculty.

All correspondence should be addressed to the Department concerned, Caixa Postal 105-B, São Paulo, Brazil.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor:

Prof. Dr. Linneu Prestes.

Diretor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras:

Prof. Dr. Astrogildo Rodrigues de Mello

Departamento de Geologia e Paleontologia

Diretor:

Prof. Kenneth E. Caster, Ph. D.

Assistentes:

Josué Camargo Mendes, D. Sc.

Ruy Ozorio de Freitas, D. Sc.

Setembrino Petri, L. Sc.

Pimenta

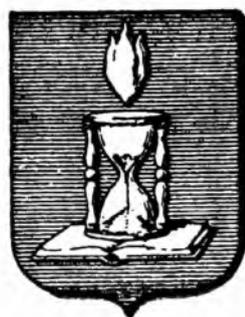
UNIVERSIDADE DE S. PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS

BOLETIM XCI

GEOLOGIA

N.º 4

00032



S. PAULO — BRASIL
1947

RUY OZORIO DE FREITAS, D. Sc.

ERUPTIVAS ALCALINAS DE CANANEIA

ESTADO DE SÃO PAULO

COM

8 QUADROS

8 FOTOMICROGRAFIAS

1 MAPA

*TESE APROVADA NO I CONGRES-
SO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE GEOLOGIA — RIO DE JA-
NEIRO, D. F. NOVEMBRO 1947.*

1947

INTRODUÇÃO

Nas redondezas da cidade de Cananeia, Estado de São Paulo, em Julho de 1947 tive a minha atenção despertada por uma rocha cujo aspecto tinha aquele ar inconfundível da linhagem alcalina. Consegui localizar a sua procedencia no morro de São João, uma elevação isolada na planicie holocena marinha, situado a SE da cidade, junto ao lagamar do Mar Pequeno, medindo de 1 a 1.5 km de largura e com uma altitude de 124 m.

Examinando a literatura nacional e estrangeira disponivel sobre as ocorrencias de rochas alcalinas no Brasil meridional não encontrei citação sobre esta localidade, de modo que poderemos considera-la como nova. Estamos pouco a pouco tendo a prova de que o Brasil, talvez, seja o pais em que mais existam ocorrencias de rochas alcalinas, conhecida a eletividade desse clan em perfurar velhos escudos cristalinos. Tive já a oportunidade de versar este fato no meu recente trabalho intitulado "Geologia e Petrologia da Ilha de São Sebastião"

Felizmente pode dispor de otimo material, inalterado, devido à construção de uma fabrica de conservas ter explorado uma pedreira para as obras de cantaria.

O presente trabalho consiste exclusivamente na descrição petrografica das rochas encontradas e na analise da sua composição quimica, comparando-se os resultados com as principais ocorrencias ja conhecidas no pais.

As eruptivas alcalinas de Cananeia parecem ser apenas uma janela de um grande "stock" localizado nas vizinhanças. E' muito provavel que, futuramente, explorações geologicas na guirlanda de serras que circunda Cananeia resultem na descoberta de novos jazimentos alcalinos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Dr. Ruy Ribeiro Franco, Prof. interino do Departamento de Mineralogia e Petrografia, da Faculdade de Filosofia, Ciencias e Letras da Universidade de São Paulo a cessão de todo o aparelhamento petrografico

necessario os estudos microscopicos das laminas, ao Dr. Adriano Marchini, Diretor do Instituto de Pesquisas Tecnologicas pela concessão graciosa de duas analises quimicas das rochas estudadas e à Licenciada Tagea Bjornberg pelas traduções feitas do alemão. O autor agradece particularmente ao Prof. Dr. João Dias da Silveira, Catedratico interino de Geografia Fisica da Faculdade de Filosofia, Ciencias e Letras da Universidade de São Paulo, em companhia de quem realizou a viagem, todo o auxilio prestado.

CAPITULO I

PETROGRAFIA

I — PULASKITO E NORDMARKITO

Laminas: 2A, 2B, 2C, 2D, 2E.

Procedencia: Morro de São João, Cananeia. Estado de São Paulo.

Composição mineralógica: 1 — (Quartzo), 2 — Microperita, 3 — Biotita, 4 — Barkevicita, 5 — Diopsídio, 6 — Apatita e 7 — Magnetita.

1 — CARACTERES GEOLOGICOS

A rocha tem aspecto granítico, com granulação média tendendo para grosseira e coloração leucocrática. Distinguem-se macroscopicamente cristais de feldspato branco, às vezes ligeiramente esverdeado, associados a manchas negras de biotita. A rocha forma todo o morro de São João a SE de Cananeia, aflorando principalmente na costeira do Mar Pequeno, devido a abrasão, em enormes matacões. Dentro da rocha ha segregação de material escuro, microgranulado, formando grandes manchas e que se pode designar como "schlieren" de acordo com a definição de JOHANNSEN (4, vol. I, p. 196): "*They may appear as portions richer in ferromagnesian minerals than the surrounding mass, or as patches of coarser or finer grain than the main rock. In some cases they may represent partially or completely assimilated fragments of included rocks, in others differentiated portions of a homogeneous mass (constitution-schlieren), or injections of a different kind of rock magma (injection-schlieren)*". O morro de São João acha-se completamente isolado no meio de depósitos marinhos holocenos devido ao afogamento costal recente. Possivelmente filia-se a um "stock" maior situado nas vizinhanças. Todo este pequeno maciço encontra-se cortado por diques de uma rocha de granulação mais fina e de coloração cinzenta escura. O contacto dos diques é assaz irregular, havendo interpenetração de uma rocha na outra, ora pedaços de pulaskito dentro da efusiva, ora injeção da efusiva no

pulaskito. A passagem de um tipo para o outro é brusca, carater este que, aliado à assimilação parcial da rocha encaixante, indica que estes diques se referem a uma segunda fase magmatica posterior e não são segregações contemporaneas de um mesmo magma.

2 — CARACTERES MICROSCOPICOS

O componente predominante na rocha consiste em um feldspato pertitico. Nele a albita, mais comumente, apresenta-se geminada polissinteticamente, enquanto em outras seções, talvez devido a orientação, assume a forma cuneiforme dentro do hospedeiro. A geminação do periclinio muitas vezes é encontrada associada à da albita. Os individuos de feldspato pertitico variam de 0.15mm a 2.5mm, alcançando alguns o tamanho maximo de 3.5mm, sem apresentar corrosão nos bordos.

O principal componente femico é uma mica biotita, bastante pleocroica (X, castanho e Z, pardo escuro avermelhado), como acontece nos pulaskitos da ilha de São Sebastião (3) e de Cabo Frio (13). Apresenta-se abundantemente distribuida, com contorno hipidiomorfico, em cristais de tamanho variavel indo de 0.1 mm a 2.5 mm, atingindo alguns excepcionalmente 4 mm. A biotita não exhibe corrosão nas bordas, porem em algumas seções nota-se uma curiosa associação com a magnetita. São alguns cristais de biotita que aparecem com uma coroa de magnetita filamentosa e ao mesmo tempo inclusões tabulares ao longo dos seus traços de clivagem. As inclusões tabulares de magnetita acomodando-se aos planos de clivagem da biotita lembram o fenomeno da exsolução, conquanto as coroas de magnetita em torno deste mineral devam ser atribuidas a um anel de reação. Alem deste aparente concrecimento com a magnetita, a maioria dos cristais de biotita se comporta de maneira identica com o anfibolio. Neste caso, ao contrario, ora o anfibolio é o aparente hospedeiro, ora é a mica biotita o que é mais frequente. O anfibolio dispõe-se em leitos paralelos aos planos de clivagem da biotita porem, quando acontece ser então ele o hospedeiro aparente, a biotita nem sempre se acha inclusa respeitando os planos de clivagem do anfibolio. Aqui, como tambem foi nas relações entre a magnetita e a biotita, talvez exista o mesmo fenomeno da exsolução. Este fato merece ser explorado a proposito da sequencia da cristalização, pois ambos minerais mostram simultaneidade. Em muitos cristais de anfibolio, na face {001} identifica-se a biotita concrecida sem

respeitar as direções das clivagens prismáticas que ai se cortam. Entretanto, em muitas outras secções em que só se acha figurada uma clivagem observa-se a biotita disposta paralelamente a essa direção cristalográfica. A simultaneidade da segregação de ambos minerais pode ser deduzida do criterio estabelecido por Vogt (10, p. 323): "*The simultaneous crystallization of two or more minerals may be manifested in various ways. With two simultaneously crystallizing minerals, each may grow until the individuals of A happen to collide with the individuals of B. Or some of the segregating minerals of A may be deposited on the already solidified crystals of B, and some of the simultaneously segregating mineral B on the already solidified crystals of A*" Isto applica-se às relações mantidas entre os cristais de anfibolio e os de mica biotita. As inclusões encontradas na biotita são de apatita idiomorfica, magnetita xenomorfica, grãos de piroxenio e de albita. Apesar de inclusa a albita deve ser considerada posterior devido a ausencia de idiomorfismo.

O anfibolio e o piroxenio desta rocha acham-se estreitamente associados, de modo que é preferivel descreve-los conjuntamente. Depois da biotita o anfibolio é o componente femico mais abundante. Consiste em uma hornblenda sodica, — barkevicita, tendo $Z:c = -14^{\circ}$. Pleocroicamente apresenta-se com cor verde garrafa (X), passando a verde castanho (Z). A barkevicita é sempre xenomorfica, sem contudo apresentar um anel de reação nas bordas. As suas relações com a biotita constituem a parte mais curiosa desta rocha e já foram discutidas pormenorizadamente. Acontece que, por outro lado, a barkevicita se encontra estreitamente associada ao piroxenio. As relações mantidas com a biotita parecem tratar-se de um fenomeno de exsolução, enquanto com o piroxenio são de natureza ontogenetica. O exame das secções de anfibolio mostra sempre a passagem gradual do piroxenio ao anfibolio; muitas vezes um cristal de barkevicita mostra-se cheio de grãos de diopsidio ligados entre si, claramente demonstrando que o anfibolio é um produto de transformação do piroxenio. Estas transformações não chegaram a ser totais, de modo que ha possibilidade de serem encontrados as reliquias do piroxenio dentro do anfibolio. Quase todos os cristais de anfibolio apresentam zonas constituídas de piroxenio e outras já transformadas em barkevicita. Esta transformação não é um processo secundario, confundivel com a uralitização, porem um fenomeno de reação magmatica no decurso da cristalização. Aliás não constitue novidade na literatura das rochas alcalinas do Brasil essa estreita e intima filogenese do anfi-

bolio a partir do piroxenio, pois são encontradas referências a este fato nas rochas de Cabo Frio descritas magnificamente por F. E. WRIGHT (13). O diopsidio pode ser considerado instavel a um certo ponto da cristalização, mas não chegou todavia a uma reabsorção total. Os degraus do principio da reação de BOWEN (2) são desta maneira percorridos pela serie descontinua. O piroxenio compõe-se de um diopsidio, sem pleocroismo, cor amarela palida, tendo $Z:c = -30^\circ$ com sinal otico positivo. São raros os cristais isolados de diopsidio, pois geralmente formam os nucleos dos cristais de barkevicita. Alguns individuos acham-se geminados segundo (100), apresentando boas secções normais a (001). Tratando do pulaskito e nordmarkito de Cabo Frio, WRIGHT (13) observou esse concrecimento entre o piroxenio e o anfibolio dizendo "*O piroxenio, incolor ou verde claro, é um diopsidio normal com $Z:c = -36^\circ$ a -38° . Apresenta faces (110), (010) e (100). Seus bordos, de cor verde mais escura, indicam sua transformação em aegirinaugita e aegirina. Nos pontos em que o diopsidio e o anfibolio estão concrecidos, o diopsidio forma sempre o nucleo e é mais velho do que o anfibolio que parece ocupar o lugar da aegirina que falta.* Com referencia ao pulaskito da ilha de São Sebastião o autor (3) teve o ensejo de verificar o mesmo comportamento do piroxenio com o anfibolio, essa tendencia a formar cadeias, diopsidio-aegirinaugita (ou diopsidio-aegirina) com barquevicita-arfvedsonita e quando falta o elo aegirinico a barkevicita o substitue formando a cadeia diopsidio-barkevicita-arfvedsonita. Neste pulaskito de Cananeia a sequencia é apenas diopsidio-barkevicita, faltando os elos mais sodicos aegirinicos e arfvedsoniticos. Embora sem tais elos mais sodicos é forçoso reconhecer neste pulaskito o mesmo fenomeno das cadeias entre o piroxenio e o anfibolio generalizado nas rochas alcalinas brasileiras. De um modo geral os tipos com nefelina (insaturados) como o foiaito e nefelina-sienito mostram concrecimento completo de cadeias piroxenicas com anfibolicas, de termos pobres em sodio a ricos. Os tipos saturados, sem nefelina e sem quartzo, mostram concrecimento de piroxenio com anfibolio sodico, podendo faltar o elo mais sodico do anfibolio (arfvedsonita). Em todos os casos o piroxenio é o mais antigo.

Os accessorios são constituídos de apatita e magnetita. A apatita ocorre comumente com habitus prismatico, em cristais menores de um milimetro, em secções longitudinais ou hexagonais segundo o talhe da lamina. Acha-se preferencialmente no feldspato e na mica como inclusão. Pelo idiomorfismo dos cristais não oferece duvida que foi o pri-

meiro mineral a se cristalizar. O mesmo não se pode dizer quanto à magnetita; esta apresenta-se sempre xenomorfica, variando de alguns decimos de milimetro a 2 milímetros de tamanho. Encontra-se na maior parte inclusa na mica ou no anfibolio, conforme já foi analisado anteriormente. Também já foi feita menção de certas coroas de magnetita em torno de alguns cristais de biotita, assinaladas igualmente por WRIGHT no pulaskito e nordmarkito de Cabo Frio. Segundo este autor tais coroas são devidas a uma reabsorção magmatica com eliminação da magnetita. A opinião de TYRREL (9) sobre o mesmo fato é que tais coroas não passam de aneis de reação: *“Reaction rims are developed chiefly about olivine, hypersthene and garnet, and the reaction minerals are usually pyroxenes and amphiboles, but occasionally a feldspar or a spinell (magnetite or picotite) is formed”*

O quartzo geralmente falta nas rochas do morro de São João, indicando que a maioria do maciço é de pulaskito. Porem localmente aparece passando a rocha para um nordmarkito. Este nordmarkito, porem, não apresenta os mesmos atributos conhecidos tanto em Cabo Frio como na Ilha de São Sebastião. Falta-lhe a estrutura miarolitica tão peculiar naquelas importantes ocorrencias, bem como o aspecto do feldspato não é traquitoide e a quantidade de quartzo é bem diminuta. No nordmarkito os minerals são os mesmos que os encontrados no pulaskito e comportam-se de uma mesma maneira, de modo que tais rochas devem ser consideradas consanguineas e mereceram ser descritas conjuntamente.

3 — DISCUSSÃO

Rochas descritas como pulaskito são muito frequentes nas intrusões alcalinas brasileiras. Esta rocha, encontrada no morro de São João apresenta os mesmos caracteres microscopicos do pulaskito descrito por J. FRANCIS WILLIAMS (11) e A. JOHANNSEN (4, vol. IV, p. 6). Segundo este último autor os constituintes do pulaskito são: *“The essential minerals, which are present in every rock from the type locality but which occur in varying proportions, are microperthite, hornblende (arfvedsonite), diopside, rare sodalite, nepheline, titanite, apatite, etc”*

A rocha descrita apresenta o mesmo sequito mineralogico que o pulaskito original, com a exceção da presença da sodalita e da nefelina. Isto, porem, não é de muita importancia na nomenclatura segundo o proprio conceito de WILLIAMS (11): *“The nepheline holds an intermediate posi-*

tion between the essential and the accessory minerals”
“a characteristic accessory mineral which, when present, gives a certain character to the rock, but when absent, does not necessitate a change of name, nor does it indicate an alteration in the genetic conditions under which the rock was formed”

A mica biotita ocorre tambem no pulaskito original, sendo sempre o mais velho dos femicos. A biotita dos pulaskitos de Cabo Frio e da Ilha de São Sebastião comporta-se da mesma maneira e exhibe muito frequentemente textura em “synneusis”, — essa tendencia em se grupar em determinados pontos da rocha formando concentrações de femicos. Segundo JOHANNSEN (4, vol. IV, p. 7) a biotita sempre é a mais velha, seguindo-se o anfibolio e finalmente o piroxenio. Porem nos pulaskitos brasileiros a mica é sempre a mais velha, mas o piroxenio é anterior ao anfibolio, formando o nucleo de cristais concrecidos da cadeia piroxenio-anfibolio sodicos. Nos pulaskitos de Cabo Frio, descritos por WRIGHT (13), e nos da ilha de São Sebastião, descritos por R. O. FREITAS (3), o piroxenio é sempre mais antigo do que o anfibolio. O mesmo fato pode ser constatado no pulaskito de Cananea onde o piroxenio é o femico mais antigo (neste caso sem elo segirínico ou aegirinaugítico) concrecido com o anfibolio sodico (neste caso sem elo arfvedsonítico). A biotitá é o femico mais abundante e de segregação simultanea com o anfibolio. Observa-se, pois, uma discrepancia na ordem de segregação do piroxenio e anfibolio dos pulaskitos brasileiros com a proposta por JOHANNSEN.

No pulaskito de Cananea não se nota o piroxenio formando uma cadeia cujos elos são o diopsidio de um lado e a aegirina ou aegirinaugita de outro, como acontece nos demais pulaskitos brasileiros de Cabo Frio e da Ilha de São Sebastião, bem como no pulaskito original segundo descrição de JOHANNSEN (4, vol. IV, p. 7): *“Pyroxene: pyroxene occurs in megascopically small, greenish-black crystals, which under the microscope, are colorless to light green, sometimes with deeper-green pleochroic borders. The extinction angle is between 40° and 50° in the cores, and between 8° and 10° in the borders, so that the mineral is apparently diopside with aegirite rims”* A falta dessa cadeia não afeta a nomenclatura, mesmo porque JOHANNSEN reconhece que essa estrutura do piroxenio pode faltar.

O anfibolio do pulaskito de Kansas é uma arfvedsonita segundo descrição original de WILLIAMS (11): *“.belong to the arfvedsonite group”*, porém acrescenta como nota de rodapé que *“ROSENBUSCH considers them to be closely allied to barkevikite”*, que é o anfibolio encontrado nos pu-

laskitos de Cananeia, Ilha de São Sebastião e Cabo Frio. O anfibolio do pulaskito de Cananeia, como o piroxênio, não formam cadeia quanto à sua composição. A falta dessas cadeias na composição tanto do anfibolio como do piroxênio não afeta a nomenclatura da rocha; pode-se tomar como índice da transição desta rocha para um tipo mais pobre em sodio, como o nordmarkito, o que realmente se verifica no campo. Na ilha de São Sebastião os pulaskitos que possuem anfibolio e piroxênios formando cadeias são os que se aproximam mais dos nefelina-sienitos, onde o sódio se liga também, em grande parte, aos fêmicos. Nesta ocorrência, devido sua magnitude, o autor teve a oportunidade de acompanhar no campo o mecanismo dessa diferenciação. No caso do morro de São João, um afloramento inconspicuo, de 1 km de diametro por 125 m de altura as relações de campo não oferecem as mesmas perspectivas que em um maciço grande para acompanhar o decurso da diferenciação. O pulaskito de Cananeia deve ser considerado uma rocha na fronteira com o nordmarkito como prova a sua aquisição em quartzo em certos pontos, quando então pode já ser classificado como um nordmarkito pobre em quartzo (quartzo-pulaskito).

Os acessórios deste pulaskito reduzem-se à apatita e magnetita. Geralmente os pulaskitos possuem titanita abundante, mesmo fluorita, além de analcita como produto da alteração dos feldspatoides quando estes ocorram. Tratando-se de um pulaskito de raízes alcalinas pequenas e de nordmarkito, não é de se extranhar a ausência de titanita. Não ocorre neste pulaskito, como também na ilha de São Sebastião e no Itatiaia, minerais zirconíferos comprovados pela ausência de ZrO_2 na análise química centesimal.

A textura dos pulaskitos pode variar do aspecto traquitoide (que é o mais frequente), como os de Cabo Frio e da ilha de São Sebastião, ao granítico (hipidiomórfica-granular) como este aliás de acordo com JOHANNSEN (4, vol. IV, p. 6): "*The microscope shows a Texture intermediate between hypautomorphic-granular and granite-porphyrific*" Esta textura granítica a rocha não perde mesmo quando adquirindo quartzo deva ser considerada um nordmarkito. Este nordmarkito é antes uma imposição do equipamento mineralógico acrescido de quartzo do que dos caracteres peculiares aos demais nordmarkitos, como a textura miarolítica, aspecto traquitoide do feldspato e sua composição que geralmente é anortoclásio. O nordmarkito de Cananeia é antes, pois, um quartzo-pulaskito do que exatamente um verdadeiro nordmarkito, pois além do mesmo equipamento

mineralogico do pulaskito (naturalmente acrescido de quartzo), a textura permanece a mesma, os minerais comportam-se de identica maneira e conserva a sua natureza metaluminifera.

ANALISE QUIMICA

SiO ₂	59.1
TiO ₂	traços
Al ₂ O ₃	17.3
Fe ₂ O ₃	7.2
MnO	0.19
MgO	1.9
CaO	4.2
Na ₂ O	5.3
K ₂ O	4.1
P ₂ O ₅	0.37
ZrO ₂	ausente
Perda ao fogo	0.41
TOTAL	100.07

Analista: Instituto de Pesquisas Tecnologicas
Universidade de São Paulo
São Paulo, Capital.

Certificado oficial n.º 72.186, em 5 de Novembro de 1947.

II — SOLVSBERGITO

Laminas 1A, 1B e 1C.

Procedência: Morro de São João, Cananeia, Estado de São Paulo.

Composição mineralogica: 1 — Quartzo, 2 — Anortoclasio, 3 — Micropertita, 4 — Albita, 5 — Biotita, 6 — Riebeckita, 7 — Apatita e 8 — Magnetita.

1 — CARACTERES GEOLOGICOS

A rocha fresca possui aspecto microgranular, cor cinzenta, fratura conchoidal e os minerais coloridos dificilmente perceptíveis. Acha-se sob a forma de diques cortando o pulaskito e o nordmarkito no morro de São João. No contacto dos diques é comum serem encontrados pedaços de pulaskito ou nordmarkito dentro deste solvsbergito. Estes diques preenchem fraturas de tensão no pulaskito encaixante.

2 — CARACTERES MICROSCOPICOS

Ao microscopio o anortoclasio exhibe uma textura traquitica disposto, na maioria das vezes, sem orientação numa base microgranular de micropertita, quartzo, albita e riebeckita. A rocha não mostra textura porfirítica apesar do maior desenvolvimento do anortoclasio em ripas em contraste com os demais elementos constituintes da base microgranular.

O principal componente claro consiste em um anortoclasio tabular ripiforme, geralmente com 1 mm de tamanho, disposto aparentemente sem orientação e com ligeira corrosão magmática nos bordos onde a massa microgranular interpenetra. A rocha assume assim uma tendência para a textura porfirítica. O aspecto do anortoclasio confere à textura um aspecto traquitico notavel, tendo no conjunto uma direção paralela ao do dique, indicando o fluxo do magma durante sua efusão. Este componente é o mais abundante e domina toda a rocha, ocorrendo sempre geminado segundo carlsbad.

Os elementos cristalinos que constituem a base são todos xenomorficos e na ordem decrescente são compostos de micropertita, grãos de albita e quartzo quanto aos sialicos e, de riebeckita e biotita quanto aos femicos.

A micropertita apresenta-se com lamelas finissimas de albita alternadas com ortoclasio, estando geralmente em contacto com grãos de albita, facilmente reconheciveis pelo seu indice de refração, com 0.05 mm de tamanho. O quartzo é tão abundante quanto a albita, ocupando posição intersticial entre os demais minerais e sem extinção ondulante.

Os componentes coloridos são constituídos de anfibolio verde e biotita. O mais frequente deles é o anfibolio, sempre xenomorfo, de tamanho extremamente variavel e com forte pleocroismo. Este anfibolio absorve muita luz (X, castanho esverdeado, Y, verde e Z, verde fortíssimo com tonalidade azul). Devido ao tamanho dos cristais impedindo boas secções orientadas há grande dificuldade na determinação da sua natureza. Levando-se em consideração a grande absorção da luz, o pleocroismo, dispersão forte e fraca birefringencia aliados à coloração verde intensa parece tratar-se de uma riebeckita, pois estes são os característicos desse anfibolio sódico, na opinião de WINCHELL (12). A mica biotita, ao contrario, é raríssima porém alguns individuos podem atingir até 2 mm.

Como acessórios ocorrem magnetita xenomorfo e apatita em boas secções hexagonais ou longitudinais.

3 — DISCUSSÃO

A textura desta rocha, panalotriomorfica, holocristalina, indica sua origem hipabissal. A literatura das rochas alcalinas hipabissais, sem nefelina como este tipo, apresenta uma grande variedade de tipos descritos como rombemporfiros, bostonitos, quartzo-bostonitos e solvsbergito. A variedade de nomes do clan alcalino é facilmente justificada pela natural tendencia que tem este magma em produzir tipos diferenciados.

Segundo JOHANNSEN (4, vol. III, p. 107) os solvsbergitos são definidos textualmente: "*As defined by BROGGER, solvsbergites are medium — to fine-grained, holocrystalline trachytic, rarely porphyritic dike-rocks, which are soda-rich and lime- and magnesia-poor, of medium acidity, and which consist predominantly of soda-feldspar with less potash-feldspar, a soda-rich pyroxene or amphibole, and a little or no quartz. They differ from grorudite in containing much less quartz and more plagioclase. The habit of the feldspar is decidedly tabular, so that in thin section the rock appears typically trachytic*"

Pela sua textura, jazimento, equipamento mineralogico e composição química esta rocha refere-se a uma fase hipabissal de um magma alcalino ligeiramente supersaturado, podendo ser classificada como um solvsbergito.

A ausência de textura bostonitica exclue a possibilidade de sua classificação como quartzo-bostonito, e a de textura porfirítica a de como rombemporfiro, além da falta de feldspato com secção rombica. Pelo Quadro I pode-se verificar a identidade desta rocha com a original de Brogger, segundo transcrição de JOHANNSEN (4, vol. III, p. 108) e a dada por REINISCH (6, p. 98), ao lado da descrição de um solvsbergito que ocorre no Distrito Federal (Brasil) segundo DJALMA GUIMARÃES, OTAVIO BARBOSA e CAPPER DE SOUZA (1).

REINISCH (6, p. 98) define o solvsbergito dizendo: "*Der Solvsbergit mit tafelingen Alkalifeldspat (Mikroclin, Albit, Anorthoklas), etwas Quarz oder Quarzfrei und dann mit wenig Nephelin, meist mit Agirin (Sudnordwegen), bisweilen begleitet von Biotit und Natron-amphibol, die selten vorherrschen, wie im tasmanischen Glimmer-solvsbergit und im gronlandischen Arfvedsonitsolvsbergit*" (O solvsbergito possui feldspato alcalino ripiforme (microclinio, albita, anortoclasio), algum quartzo ou sem quartzo e então com pouca nefelina, em geral com aegirina (sul da Noruega),

as vezes acompanhada de biotita e anfibolio sódico que raramente predomina como no mica-solvsbergito da Tasmania e arfvedsonita-solvsbergito da Groenlandia). Confrontando-se a descrição deste autor com a rocha de Cananeia verifica-se a sua absoluta concordancia.

QUADRO I

<i>JOHANNSEN</i>	<i>REINISCH</i>	<i>CANANEIA</i>	<i>D. FEDERAL</i>
Quartzo	Quartzo	Quartzo	—
—	Anortoclasio	Anortoclasio	Anortoclasio
Microclinio	Microclinio	—	—
Micropertita	—	Micropertita	—
Albita	Albita	Albita	Albita
Biotita	Biotita	Biotita	Biotita
Aegirita	Aegirita	—	—
—	Anf. sodico	Anf. sodico	—
Magnetita	Magnetita	Magnetita	—
Apatita	Apatita	Apatita	—
Zirconita	—	—	—

COMPARAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES MINERALÓGICAS DO SOLVSBERGITO

O Quadro II refere-se a uma comparação entre a moda de dois solvsbergitos citados por JOHANNSEN (4, vol. III, p. 108) e o de Cananeia, sendo as tres calculadas a partir da analise quimica centesimal.

QUADRO II

<i>MINERAIS</i>	1	2	3
Quartzo	4.39	0.62	1.96
Anortoclasio	—	—	27.95
Microclinio	29.46	30.20	—
Microperitita	X	X	X
Albita	50.42	50.94	54.31
Biotita	X	X	X
Arfvedsonita	—	X	—
Riebeckita	—	—	10.67
Aegirita	15.27	2.50	—
Kataforita	X	14.71	—
Apatita	—	X	1.32
Perowskita	—	X	—
Zirconita	—	1.00	—
Magnetita	X	—	2.25
TOTAIS	99.54	99.97	98.46

COMPOSIÇÃO MODAL DO SOLVSBERGITO

- 1 — SOLVSBERGITO, Solvsberget, Gran Parish. Noruega. Schmelck, analista. BROGGER (4).
- 2 — SOLVSBERGITO, Lougenthal, Noruega. Schmelck, analista. BROGGER (4).
- 3 — SOLVSBERGITO, Cananeia, Estado de São Paulo, Brasil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Universidade de São Paulo, Analista.

Soma de Na₂O, K₂O, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, CaO,
MgO com P₂O₅ = 98.46%

Total da moda calculada a partir da análise
química = 98.46%

ANALISE QUIMICA

SiO ₂	65.6
TiO ₂	traços
Al ₂ O ₃	17.5
Fe ₂ O ₃	3.4
MnO	0.13
MgO	0.24
CaO	1.2
Na ₂ O	5.9
K ₂ O	4.5
P ₂ O ₅	0.12
ZrO ₂	ausência
Perda ao fogo	0.73
TOTAL	99.32

Analista: Instituto de Pesquisas Tecnológicas
Universidade de São Paulo.
São Paulo, Capital.

Certificado oficial n.º 72.186, de 5 de Novembro de 1947.

CAPITULO II
COMPOSIÇÃO QUÍMICA

1 — P U L A S K I T O

A composição química do pulaskito de Cananeia assemelha-se aos demais pulaskitos brasileiros e aos congêneres do estrangeiro, guardando maior identidade com o original de Fourche, Monte Arkansas, conforme pode-se compulsar no quadro III.

QUADRO III

OXIDOS	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	58.60	58.20	59.1	60.03	60.42	58.46
TiO ₂	0.80	0.58	traços	—	—	0.28
Al ₂ O ₃	21.50	18.90	17.30	20.76	19.23	16.56
Fe ₂ O ₃	—	1.90	7.20	4.01	0.63	5.69
FeO	3.78	2.10	—	0.75	3.19	2.59
MnO	traços	0.12	0.19	traços	—	traços
MgO	0.40	2.10	1.90	0.80	0.67	0.62
CaO	2.68	2.30	4.20	2.62	1.73	2.62
Na ₂ O	5.90	5.60	5.30	5.96	6.99	6.23
K ₂ O	4.60	5.80	4.10	5.48	6.88	5.44
P ₂ O ₅	0.48	0.65	0.37	0.07	—	0.23
CO ₂	—	—	—	—	—	0.04
ZrO ₂	nihil	nihil	nihil	nihil	—	—
SO ₃	—	—	—	—	—	traços
Cl	—	—	—	—	—	-0.29
Cr ₂ O ₃	—	nihil	—	—	—	—
NiO	—	nihil	—	—	—	—
BaO	—	nihil	—	—	—	—
P.F.	0.95	1.60	0.41	0.59	1.74	1.21
TOTAIS	99.69	99.85	100.07	101.07	101.48	100.26

1 — *Biotita-pulaskito*. Ilha de São Sebastião. Estado de São Paulo, Brasil.

Analista: Laboratório da Produção Mineral (D.N.P.M.). Belo Horizonte, Brasil. Em 10 de Julho de 1945.

2 — *Pulaskito*. Ilha de São Sebastião. Estado de São Paulo, Brasil.

Analista: Laboratório da Produção Mineral. Rio de Janeiro, D. F. Brasil. Em 18 de Outubro de 1945.

- 3 — *Pulaskito*. Cananeia, Estado de São Paulo, Brasil.
Analista: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, Capital. Brasil. Em 5 de Novembro de 1947.
- 4 — *Pulaskito*. Fourche. Monte Arkansas. U. S. A.
FRANCIS WILLIAMS, An. Rep. Geol. Survey of Arkansas. 1890. Vol. 2, XV, 457.
- 5 — *Pulaskito*. Moita, Foya. Serra de Monchique. Sul de Portugal.
V. KRAATZ, Kochslau, T.M.P.M., 1896, p. 225.
- 6 — *Nordmarkito*. Cabo Frio. Estado do Rio de Janeiro, Brasil.
Analista: F. E. WRIGHT (13).

Compulsando-se as análises químicas centesimais dadas no quadro III verifica-se, inicialmente, que o pulaskito de Cananeia (n.º 3) ocupa uma posição intermediária entre os da ilha de São Sebastião (n.º 1 e 2) e o original de Fourche (n.º 4) quanto ao teor em sílica (SiO_2). O pulaskito de Cananeia apresenta elevado teor em Fe_2O_3 e CaO , contrastando com os da ilha de São Sebastião que são muito mais pobres. Porém, é forçoso reconhecer que estas percentagens aproximam-se muito das referidas ao pulaskito original. Este fato pode ser interpretado pela maior riqueza em constituintes ferromagnesianos do pulaskito de Cananeia, pois o Fe_2O_3 mostra-se simpatético com o CaO indicado que o óxido de cálcio se acha ligado às estruturas moleculares dos fêmicos e não às dos feldspatos. Por idênticas razões o MgO apresenta-se com elevado teor, ligado principalmente à molécula do diopsido.

Quanto ao Na_2O e K_2O há notável semelhança entre as rochas de número 1 a 4, produzida naturalmente pela mesma composição mineralógica com referência aos feldspatos. Nota-se, entretanto, uma discrepância nos teores deste grupo de rochas e o pulaskito de Moita, Portugal, cujo teor em soda e potássia é mais elevado. Este aumento pode ser explicado pela presença de feldspatóides. No conjunto, porém, todas as rochas mostram uma uniformidade de composição química quanto a tais alcalis.

Comparando-se o pulaskito de Cananeia (n.º 3) com o nordmarkito de Cabo Frio (n.º 6) nota-se uma grande semelhança de composição não só quanto ao SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , como principalmente quanto ao Fe_2O_3 (7.2%) em relação ao Fe_2O_3 (5.69) somado ao FeO (2.59), pois no pulaskito de Cananeia todo o ferro é dado em Fe_2O_3 ao passo que no nordmarkito de Cabo Frio é em Fe_2O_3 mais FeO . Este parentesco químico comprova a composição minera-

logica do pulaskito de Cananea estreitamente relacionada com nordmarkito, conforme foi acentuado na parte petrografica, onde aquela rocha passa normalmente a nordmarkito com eventual acrescimo de quartzo.

O Quadro IV refere-se à composição molecular das rochas da ilha de São Sebastião (n.º 1 e 2), de Cananea (n.º 3) e Cabo Frio (n.º 6).

QUADRO IV

Oxidos	1	2	3	6
SiO ₂	68.0	67.8	67.8	68.1
Al ₂ O ₃	14.1	12.7	11.6	11.3
Fe ₂ O ₃	—	0.8	3.0	2.8
FeO	3.7	2.0	—	2.5
MgO	0.6	3.5	3.4	1.1
CaO	3.5	2.8	5.1	3.2
Na ₂ O	6.7	6.2	6.0	7.0
K ₂ O	3.4	4.2	3.1	4.0
Pes. Mol.	148.35	148.95	146.0	146.9

PERCENTAGEM DA COMPOSIÇÃO MOLECULAR

Analisando-se os dados deste quadro verifica-se que em peso molecular a rocha de Cananea é quimicamente idêntica ao nordmarkito de Cabo Frio, tendo ambas respectivamente 146 e 146.9 de peso molecular. Entretanto, mineralogicamente, o pulaskito de Cananea é idêntico aos da ilha de São Sebastião e o teor do peso dos demais óxidos, recalculados a 100%, é absolutamente idêntico às rochas daquela procedência. Mais uma vez acentua-se, aqui, essa posição química intermediária do pulaskito de Cananea entre as rochas da ilha de São Sebastião e o nordmarkito de Cabo Frio. O pulaskito de Cananea encontra-se, pois, na fronteira de um nordmarkito fato este já verificado microscopicamente e no campo, quando aparece o quartzo na composição mineralógica. Por essa razão, petrograficamente, ambas as rochas foram tratadas conjuntamente.

A composição em átomos metálicos dada no Quadro V exprime a percentagem dos átomos de Si, Fe, Al, Ca, Mg, Na e K na composição química da rocha, comparando-se os pulaskitos da ilha de São Sebastião e o nordmarkito de Cabo Frio com a pulaskito de Cananea.

QUADRO V

METAL	1	2	3	6
Si	53.8	52.23	52.0	54.4
Al	22.0	19.20	17.2	18.1
Fe	5.7	5.70	9.5	6.5
Mg	0.5	2.42	2.0	0.9
Ca	3.6	3.15	5.6	2.6
Na	8.4	7.98	7.3	11.2
K	6.0	9.25	6.4	6.3
TOTAIS	100.0	100.00	100.0	100.0

PERCENTAGEM DA COMPOSIÇÃO EM ATOMOS METALICOS

Pode-se verificar fatos bem interessantes a respeito da percentagem de Si nas quatro rochas comparadas. A rocha n.º 1, o biotita-pulaskito da ilha de São Sebastião passa gradualmente ao nordmarkito e porisso o seu teor de Si é muito próximo ao do nordmarkito de Cabo Frio, n.º 6. O teor de Si do pulaskito de Cananeia não ocupa posição intermediária entre o pulaskito da enseiada do Sombrio (ilha de São Sebastião) e o nordmarkito de Cabo Frio, mostrando-se pouco saturado de silica devido ao correspondente aumento de Fe e Ca. Conclue-se que este magma, responsavel pelo pulaskito de Cananeia, é rico em minerais ferromagnesianos e mais pobre em minerais sialicos compostos naturalmente de Si, Al, Na e K. O teor de K não desceu o quanto seria de esperar-se porque o potássio toma parte molecularmente na biotita e, como este mineral é abundante no pulaskito, conseqüentemente houve um correspondente aumento na percentagem desse metal alcalino.

Na comparação destas rochas, em conclusão, nota-se que há um grupo simpatetico composto de Fe, Ca e Mg de teores bem mais elevados e que podem perfeitamente caracterizar a composição química deste pulaskito de Cananeia. Este grupo opõe-se, ou melhor, é antipatetico ao grupo do Si, Al, Na e K que apresenta percentagens inferiores às das demais rochas.

Utilizando-se das proporções moleculares, segundo a tabela de OSANN (5), dispostas no quadro VI, o pulaskito de Cananeia pode ser comparado com a serie de rochas dada

QUADRO VI

OXIDOS	1	2	3	4	5	6
Al_2O_3	2.108	1.853	1.696	2.035	1.885	1.624
$Na_2O + K_2O + CaO$	1.920	1.931	2.041	2.012	2.168	2.052
$Na_2O + K_2O$	1.441	1.520	1.291	1.544	1.859	1.584
	P	M	M	P	M	M

QUADRO DAS PROPOÇÕES MOLECULARES

P = Peraluminifera M = Metaluminifera

anteriormente (de n.º 1 a n.º 6) quanto à proporção da alumina (Al_2O_3) para a soma das bases (CaO , Na_2O e K_2O). Segundo a classificação de SHAND (8) este pulaskito é metaluminífero, apresentando as mesmas características que o congenero da ilha de São Sebastião (Enseiada do Sombrio) e o de Moita, Foya, Portugal (Serra de Monchique).

São pois metaluminíferas as rochas 2 (pulaskito, enseiada do Sombrio, Ilha de São Sebastião), 3 (pulaskito, Cananeia), 5 (Moita, Foya, Serra de Monchique, Portugal) e 6 (nordmarkito, Cabo Frio) e peraluminíferas as n.º 1 e 4, respectivamente da Ilha de São Sebastião e das montanhas Fourche, Arkansas, U. S. A.

Segundo SHAND (8), p. 191): *“The crystallization of a system containing alumina often begins with the production of olivine or an almost non-aluminiferous pyroxene, which at a later stage reacts with the remaining liquid and is gradually transformed into hornblende or even further into biotite. These three minerals constitute a reaction-series in the sense of N. L. Bowen, and the corresponding rock-types may be called reaction-types. In a less aluminous magma a different reaction may take place and the original pyroxene may be replaced, or at least mantled, by aegirine or a soda-amphibole”* Eis, pois, a explicação da presença de cadeias piroxénicas e anfibólicas nas rochas alcalinas (pulaskito) (nordmarkito) descritas nas ocorrências de Cabo Frio, ilha de São Sebastião e Cananeia, devido à deficiência de alumina por serem tipos metaluminíferos. Os tipos peraluminíferos não mostram concrecimento piroxénio-anfibólio.

2 — SOLVSBERGITO

O solvsbergito de Cananeia acha-se química e estreitamente relacionado com o original de Solvsberget, Noruega, descrito por BROGGER. No Quadro VII pode-se comparar diversos solvsbergitos estrangeiros com o referido em Cananeia.

O solvsbergito de Cananeia possui absoluta identidade, quanto aos teores de CaO , MgO e Fe_2O_3 , com o de Solvsberget, notando-se ainda estreita analogia quanto ao SiO_2 e Al_2O_3 . No entanto, o solvsbergito de Solvsberget é ligeiramente mais rico em soda e potassa do que este de Cananeia.

O Quadro VIII mostra as relações entre a alumina e a soma das bases CaO , Na_2 e K_2O , segundo os valores das proporções moleculares.

QUADRO VII

OXIDOS	1	2	3	4	5
SiO ₂	64.28	62.70	58.70	65.60	64.92
TiO ₂	0.50	0.92	—	traços	—
Al ₂ O ₃	15.97	16.40	19.26	17.50	16.30
Fe ₂ O ₃	2.91	3.34	3.37	3.40	3.62
FeO	3.18	2.35	0.58	—	0.84
MnO	traços	traços	0.10	0.13	—
MgO	0.03	0.79	0.76	0.24	0.22
CaO	0.85	0.95	1.41	1.20	1.20
Na ₂ O	7.28	7.13	8.55	5.90	6.62
K ₂ O	5.07	5.25	4.53	4.50	4.98
P ₂ O ₅	0.08	—	0.10	0.20	—
P. F.	0.20	0.70	2.57	0.73	0.50
TOTAIS	100.35	100.53	99.93	99.32	99.60

- 1 — Solvsbergito. Andrews Point, Cape Ann, Mass. U.S.A. ROSENBUSCH (7, p. 222).
- 2 — Hornblenda-solvsbergito. Geroll, Lougenthal. Noruega. ROSENBUSCH (7, p. 222).
- 3 — Solvsbergito. Crazy Mountains. Montana. U.S.A. ROSENBUSCH (7, p. 222).
- 4 — Solvsbergito. Cananea, Estado de São Paulo, Brasil. Analista: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, Capital.
- 5 — Solvsbergito. Solvsberget, Gran Parish, Noruega. Analista: Schmelck. JOHANNSEN (4, vol. III, p. 108).

QUADRO VIII

OXIDOS	1	2	3	4	5
Al ₂ O ₃	1.566	1.608	1.888	1.716	1.598
Na ₂ O + K ₂ O + CaO	1.865	1.878	2.113	1.645	1.812
Na ₂ O + K ₂ O	1.713	1.708	1.861	1.431	1.598
	PL	PL	M	P	M

QUADRO DAS PROPORÇÕES MOLECULARES

PL = Peralcalina M = Metaluminifera P = Peraluminifera

Verifica-se que o solvsbergito de Cananeia é peraluminífero pois as proporções moleculares da alumina excedem às da cal, soda e potassa somadas. Segundo SHAND (8, p. 190): “*The excess of alumina goes into muscovite, biotite, corundum, tourmaline, topaz or an iron-manganese garnet (almandine or sperssartite). These are typical products of low-temperature, hydrous, acid magmas and of the later stages in the magmatic reaction series*” A natureza peraluminífera deste solvsbergito concorda com a sua origem em uma fase posterior à intrusão do pulaskito e nordmarkito encaixantes. Por esta razão a rocha mostra-se mais ácida quimicamente (65.6%) e com cerca de 1.96% de quartzo na composição modal.

O solvsbergito original é metaluminífero, de modo que parte da alumina entra na composição de minerais fêmicos moderadamente aluminíferos como a hornblenda ou então associação de biotita com um piroxenio, conforme acusa a moda desta rocha no quadro II.

O hornblenda-solvsbergito (n.º 2) e o solvsbergito (n.º 1) são peralcalinos, indicando que a soda está ligada molecularmente a piroxenos e anfíbolios sódicos.

O solvsbergito de Cananeia deve ser interpretado como sendo a fase final da erupção alcalina diferenciada no sentido ácido. Nas principais ocorrências mundiais o solvsbergito, como também em Cananeia, forma diques perfurando intrusivas alcalinas plutônicas as mais variadas. A esse respeito merece consignaçoão a opinião de ROSENBUSCH (7, p. 221): “*Die Solvsbergit bilden zahlreich Gänge im Kirchspiel Gran westlich vom Randsfjord im NO. des Eruptivgebiets vom Christiania im Essexit und im Elaeolithsyenit der Gegend von Laurvik. — Ebenso treten sie z. Th. mit porphyrischem Sodalith und mit Anorthoklas als Feldspath und in Verbindung mit Theralithen im dem nordlichen Theil der Crazy Mountains (analyse 3), in dem Elaeolith- und Alkalisyeniten der Gegend von Boston (analyse 1) und in den Apache Mountains in Westtexas auf. — Arfvedsonit-Solvsbergit bildet schmale, 0,5-0,1 m machtige Gänge im Elaeolithsyenit von Julianehaab in Gronland*” (Os solvsbergitos formam numerosos diques em Kirchspiel Gran, ao oeste de Randsfjord, ao noroeste do maciço eruptivo de Cristiania, cortando o essexito e o nefelina-sienito da zona de Laurvik. Também, em parte, exibem textura porfiritica com sodalita e anortoclasio cortando teralitos na parte norte das *Crazy Mountains*, em Montana (analyse 3) e nefelina-sienitos (analyse 1) e sienitos alcalinos na região de Boston, bem como nas *Apache Mountains*, no oeste do Texas. O arfvedsonita-solvsbergito forma diques estreitos, de 0.5 a 0.1 m de largura no nefelina-sienito de Julianahaab, na Groenlandia).

CAPITULO III

CONCLUSÕES

1 — A eruptivas alcalinas de Cananea consistem em duas famílias de rochas de profundidade, — pulaskito e nordmarkito, e uma hipabissal, — solvsbergito, constituindo uma nova ocorrência de rochas dessa linhagem. Os tipos encontrados são comuns na literatura petrografica brasileira sobre jazimentos alcalinos, de modo que não constituem novidade.

2 — O pulaskito e o nordmarkito são rochas consanguineas e porisso foram estudadas petrograficamente em conjunto.

3 — O carater mais notável do pulaskito são as associações mineralógicas magnetita-biotita, biotita-anfibolio e piroxenio-anfibolio. O piroxenio é o femico mais antigo, seguindo-se simultaneamente a barkevicita e a biotita. A rocha não possui minerais de zirconio dentre os acessórios. O aparecimento eventual do quartzo indica sua passagem para o nordmarkito. Este, porém, é mais um quartzo-pulaskito porque não possui a textura miarolitica tão peculiar e a quantidade de quartzo conferida a tais rochas supersaturadas da linhagem alcalina.

4 — A composição química centesimal do pulaskito de Cananea é idêntica aos congeneres brasileiros e mais estreitamente ao original de Fourche, Arkansas, descrito por WILLIAMS (11).

5 — O pulaskito de Cananea é excepcionalmente rico em CaO, MgO e Fe₂O₃, grupo este antipatético ao SiO₂, Al₂O₃, Na₂O e K₂O. Este fato, posto em evidência na composição dos átomos metálicos, indica a riqueza da rocha em minerais femicos, onde aqueles três óxidos se ligam molecularmente. Esta rocha é metaluminifera como pulaskito da ilha de São Sebastião procedente do saco do Sombrio, o de Moita, Portugal e o nordmarkito de Cabo Frio, enquanto o original de Arkansas é peraluminifero.

6 — O solvsbergito ocorre em diques no pulaskito e nordmarkito, sendo referível ao final da intrusão alcalina diferenciada para um sentido ácido.

7 — Quimicamente o solvsbergito de Cananea é absolutamente comparavel ao de Solvsberget, Noruega, des-

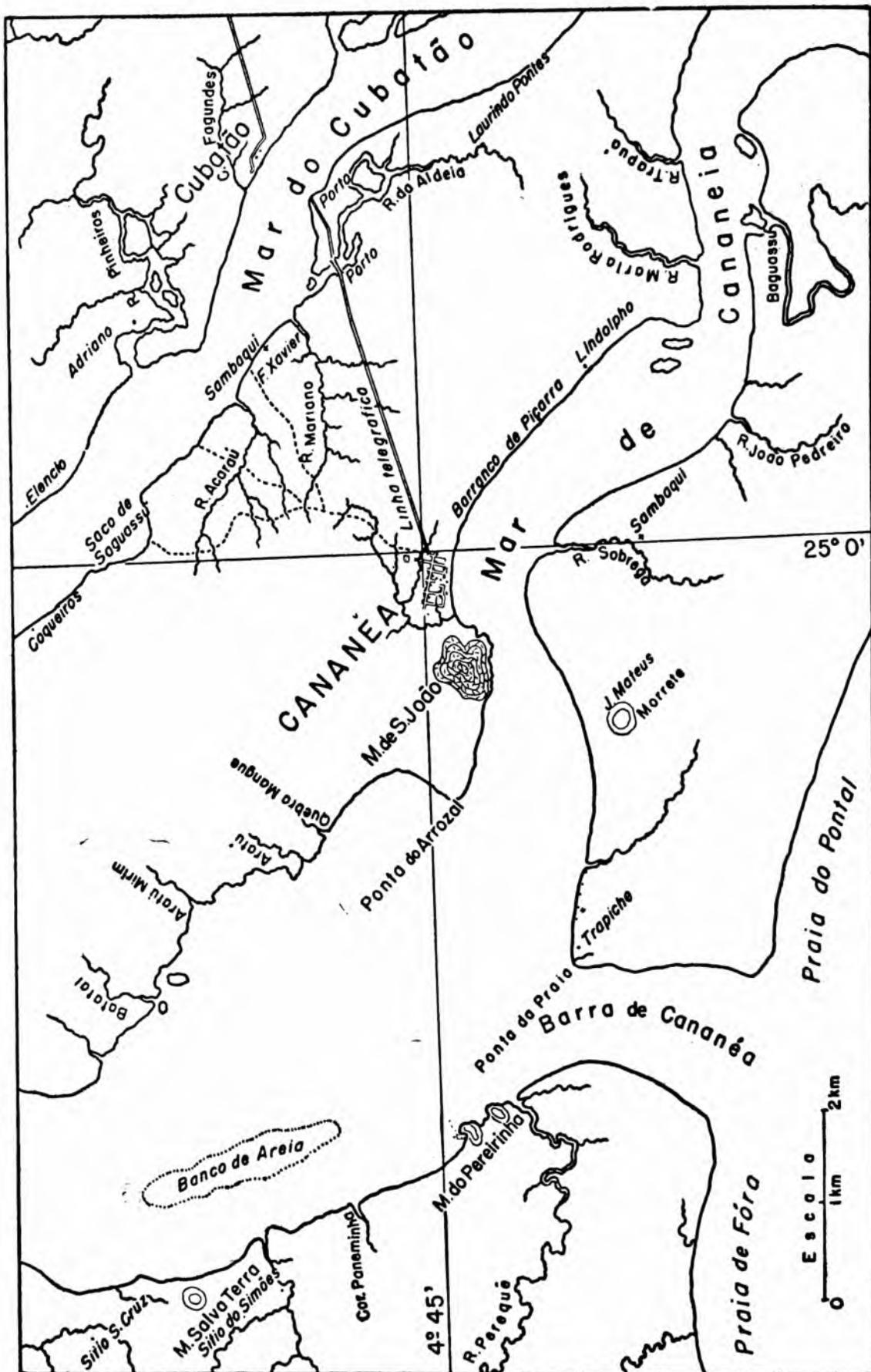
crito por BROGGER. A sua natureza peraluminifera destaca-se no conjunto das rochas comparadas, pois duas, incluindo o tipo original, são metaluminiferas e duas ultimas peralcalinas. Isto indica que este solvsbergito é rico em minerais sialicos aluminiferos, como aliás comprova-o a sua composição mineralogica onde há anortoclasio, micropertita e albita.

8 — Comparando-se o pulaskito com o solvsbergito conclue-se que houve um empobrecimento do magma em CaO, MgO e Fe₂O₃, com correspondente aumento em SiO₂, Al₂O₃ (insignificante), Na₂O e K₂O.

BIBLIOGRAFIA

- 1 — BARBOSA, OTAVIO. GUIMARÃES, D. e CAPPER DE SOUZA — *Geologia e Petrologia do Distrito Federal e Imediações*. Separata do n.º 26, Anais da Escola de Minas de Ouro Preto. Ouro Preto, Minas Gerais. 1935. 92 pp.
- 2 — BOWEN, N. L. — *The Evolution of the Igneous Rocks*. Princeton, 1928. 234 pp.
- 3 — FREITAS, R. O. DE — *Geologia e Petrologia da Ilha de São Sebastião*. Bol. Fac. Fil. C. e L. Un. S. Paulo. Geologia n.º 3, Boletim LXXXV 1947, 244 pp.
- 4 — JOHANNSEN, A. — *A Descriptive Petrography of the Igneous Rocks*. 4 Vol. The Univ. Chicago Press, Chicago, Ill. 1938.
- 5 — OSANN, A. — *Beitrage zur Chemischen Petrographie*. I teil. Stuttgart, 1903. 101 pp.
- 6 — REINISCH, R. — *Petrographisches Praktikum*. II teil: Gesteine. Dritte auflage. Berlin, 1920. 202 pp.
- 7 — ROSENBUSCH, H. — *Elemente der Gesteinlehre*. Zweite auflage. Stuttgart, 1901. 565 pp.
- 8 — SHAND, S. J. — *Eruptive Rocks*. II ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1943. 444 pp.
- 9 — TYRRELL, G. W. — *The Principles of Petrology*. E. P. Dutton & Co. Inc. New York II ed. 1929. 349 pp.
- 10 — VOGT, J. H. L. — *The Physical Chemistry of Crystallization and Magmatic Differentiation of the Igneous Rocks*. Jour. Geol. Vol. 29, n.º 4, 5, 6 e 7, pp. 318-350, 426-443, 515-539, 627-649 e Vol. 31, pp. 233-407, 1921, 1922 e 1923.
- 11 — WILLIAMS, J. F. — *The Igneous Rocks of Arkansas*. Ark. Geol. Sur. Vol. 2. An. Rep. for 1890. pp. 39-40 e 55-71. Arkansas, 1891.
- 12 — WINCHELL, A. N. — *Elements of Optical Mineralogy*. Part. II. III ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 1933. 459 pp.
- 13 — WRIGHT, F. E. — *Die Foyaitisch-Theralitischen Eruptivgesteine der Insel Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasilien*. T. M. P. M. Vol. 20, pp. 233-259 e 273-360. Viena, 1901.

MAPA GEOLOGICO DA REGIÃO DE CANANEIA

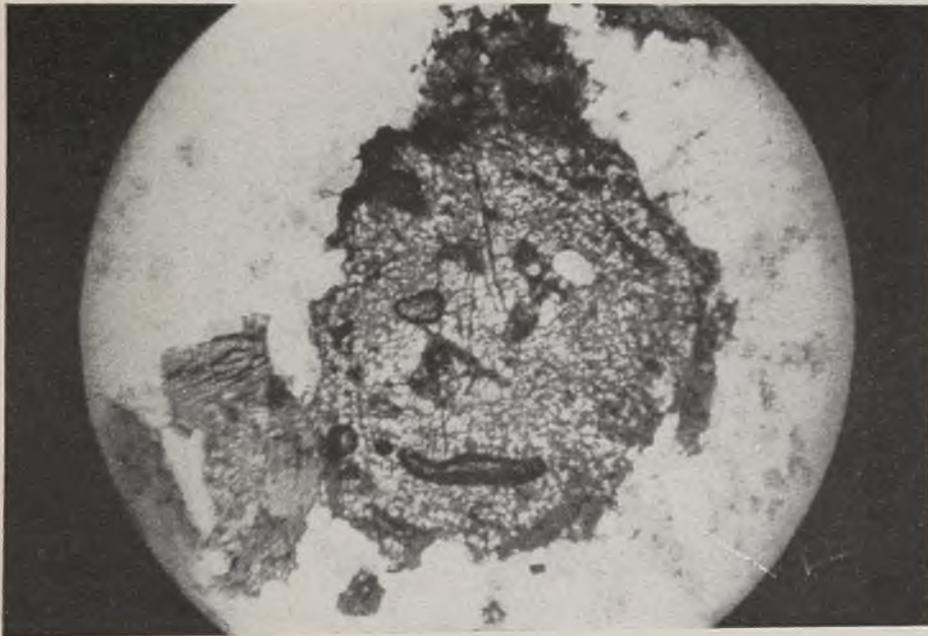


□ DEPOSITOS RECENTES

▣ ERUPTIVAS ALCALINAS



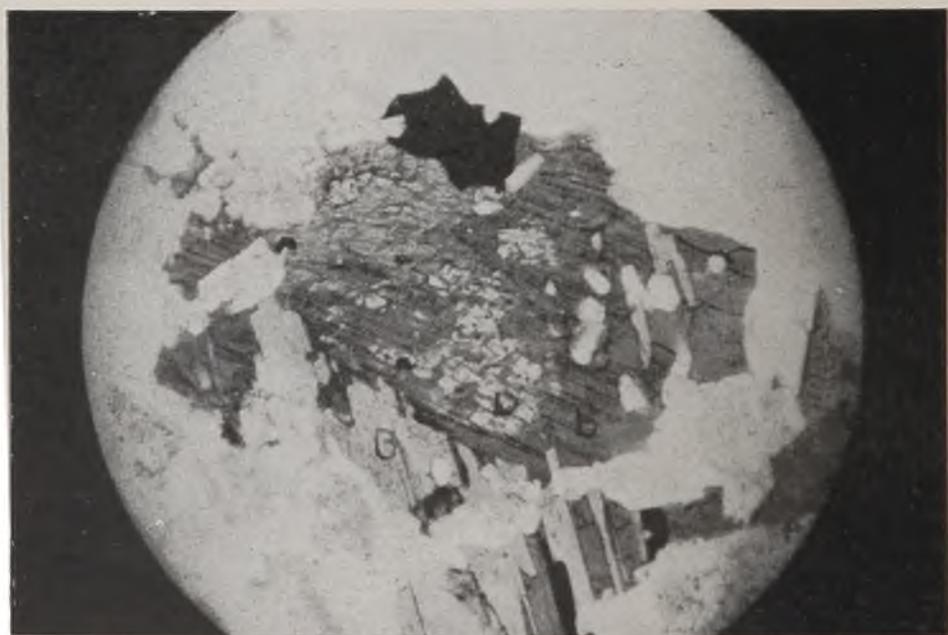
FOTOMICROGRAFIA 1
Nicoes paralelos. 46 X. Lamina 2 D.
B = Biotita. b = Barkevicitá. A = Apatita.
PULASKITO



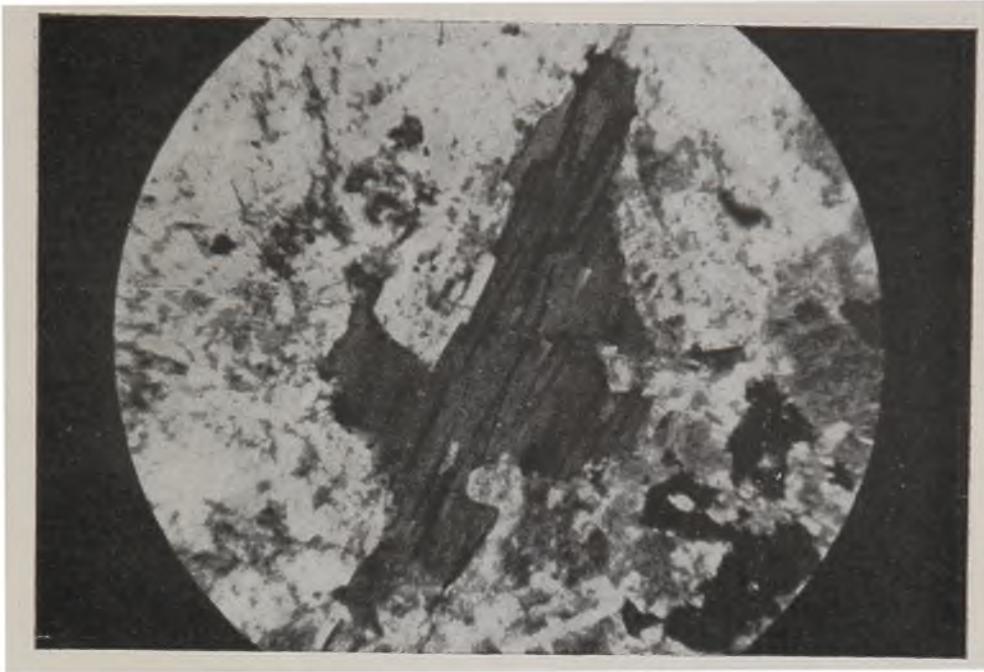
FOTOMICROGRAFIA 2
Nicoes paralelos. 46 X. Lamina 2 D.
PULASKITO



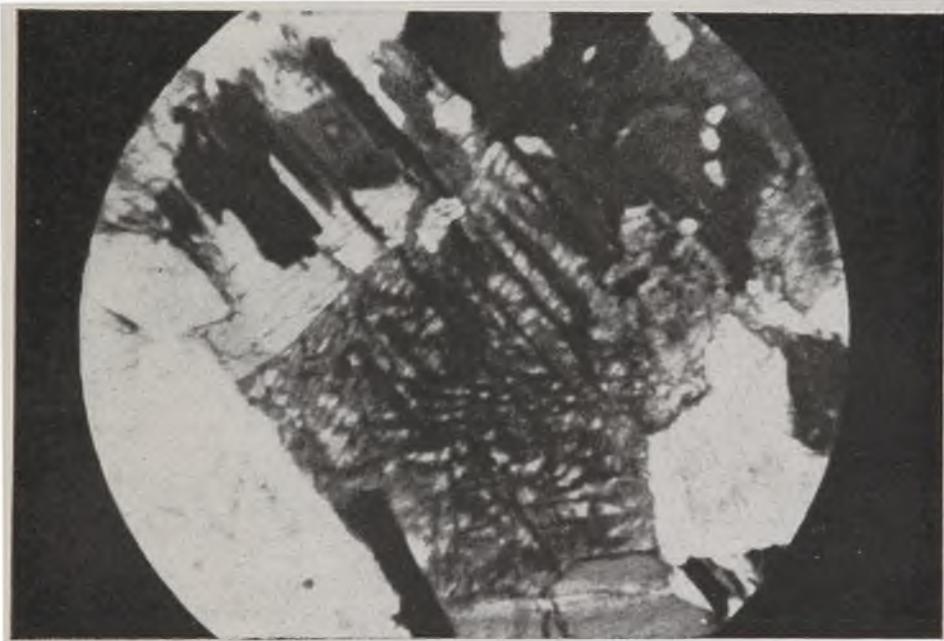
FOTOMICROGRAFIA 3
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 2 E.
B = Biotita. b = Barkevicita
PULASKITO



FOTOMICROGRAFIA 4
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 2 E.
D = Diopsidio. B = Biotita. b = Barkevicita
PULASKITO



FOTOMICROGRAFIA 5
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 2 E.
PULASKITO



FOTOMICROGRAFIA 6
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 2 E
PULASKITO



FOTOMICROGRAFIA 7
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 2 E.
PULASKITO



FOTOMICROGRAFIA 8
Nicoes paralelos. 26 X. Lamina 1 A.
SOLVSBERGITO

EXPLICAÇÃO DAS FOTOMICROGRAFIAS

- 1 — Cristal de diopsídio (D), com inclusões de apatita (A), tendo nas bordas um filme de barkevicita (b). O cristal ao lado é de biotita (B) com inclusões de magnetita acompanhando os traços de clivagem.
- 2 — Outro cristal de diopsídio tendo os bordos constituídos de barkevicita.
- 3 — Inclusões de mica biotita (B) na barkevicita (b). Estas inclusões não são concordantes com os traços da clivagem prismática do anfíbolio.
- 4 — Fotomicrografia mostrando as relações entre a biotita (B), barkevicita (b) e diopsídio (D). O diopsídio ocupa o centro do cristal e a barkevicita as bordas, formando uma série diopsídio — barkevicita. Por outro lado a biotita acha-se concrecida com o anfíbolio, ora interpenetrando a mica na barkevicita, ora ao contrário, o anfíbolio na biotita. Tal fato deve ser interpretado como simultaneidade na segregação de ambos estes minerais.
- 5 — Inclusões de anfíbolio na mica, paralelas aos traços de clivagem da biotita.
- 6 — Inclusões de biotita no anfíbolio sem respeitar a clivagem da barkevicita. Os pontos claros são reliquias de diopsídio.
- 7 — Inclusões de magnetita na biotita paralelos aos traços de clivagem.
- 8 — Textura do solvsbergito.