

# UM AKERITO DA SERRA DO MIRANTE, ESTADO DE SÃO PAULO

POR

RUY OZORIO DE FREITAS

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo

## ABSTRACT

This paper comprises the petrographic description of a new type of rock, from the Poços de Caldas massif alkaline suite, and encountered along the road connecting Vargem Grande, S.P. to Fartura, S.P.

The rock is macrogranular, sometimes porphyroid, and shows large feldspath crystals with beautiful schiller effect due to the albite intergrowing lamella.

The modal composition is listed in the Table II. The mineralogical composition is the same as that of the original Akerite, with a slight excess of biotite, which causes the high  $K_2O$  content in the chemical analyses. The rock is a quartz-soda-syenite which trends to a quartz-monzonite, as it is the Aker type.

If we compare the metallic atoms composition and the molecular composition of this rock with others alkaline suite rocks, we can see that they are the same, the differences being due only to textural and mineralogical variations, as it is pointed out in the V and VI tables.

## RESUMO

Este artigo comprehende a descrição de um novo tipo de rocha da sequência alcalina, pela primeira vez descrito no Brasil, encontrado ao longo da estrada que liga Vargem Grande à São Roque da Fartura, Estado de São Paulo, na serra do Mirante.

A rocha macroscópicamente é macrogranular, algumas vezes porfíróide, mostrando grandes cristais de feldspato (ortoclásio micropertítico e oligoglasio) com belo efeito de schilerização devido ao intercrescimento de lamelas micropertíticas de albita, com aspecto de cordão fusiforme.

A composição modal é dada no quadro II. A composição mineralógica é a mesma do Akerito original, com um ligeiro excesso de biotita que ocasiona um aumento do teor de  $K_2O$  na análise química. A rocha é um quartzo-soda-sienito que tende para um quartzo-monzonito, como no tipo de Aker.

Comparando-se as percentagens em átomos metálicos e as percentagens da composição molecular desta rocha com as de outros tipos da sequência alcalina verifica-se que são quimicamente idênticas, sendo as variações devidas à modificações texturais e mineralógicas, como demonstram os quadros V e VI.

## I — INTRODUÇÃO

Durante uma excursão geológica visando a coleta de material para as coleções de rochas da Cadeira de Mineralogia e Geologia da Escola de Engenharia de São Carlos, U.S.P. realizada na primeira semana de Junho de 1955, tivemos a oportunidade de percorrer uma estrada recém-retificada que liga Vargem Grande, S.P. a São Roque da Fartura, S.P. na orla do maciço alcalino de Poços de Caldas.

Graças aos cortes recentes pudemos observar e coletar varias amostras de uma rocha de côn esverdeada, leucocrática, com pouco material fêmico, ocorrendo em tôda a extensão dessa rodovia, encaixada em um gnais com feldspato róseo. A rocha chamou-nos a atenção pela sua coloração esverdeada e pela predominância dos minerais claros, apresentando um ar de família com a linhagem das rochas alcalinas de Poços de Caldas, M.G. e da Ilha de São Sebastião, S.P.

Tomando em consideração êstes fatos macroscópicos resolvemos estudar petrogràficamente o material coletado e, sem surpresa, verificamos tratar-se de uma rocha da estirpe alcalina, muito comum em jazimentos alcalinos da Fenoscandia e da África do Sul, porém ainda não referida no Brasil: — o Akerito de Brogger.

O presente trabalho consiste na descrição petrográfica da rocha em têrmos quantitativos, na análise da composição química recalculada da mòda, usando-se em linhas gerais o método seguido pelo autor nos seus trabalhos sobre as rochas alcalinas da Ilha de S. Sebastião e Cananéia.

O autor exprime seus agradecimentos ao Prof. Dr. Theodoreto de Aruda Souto, DD. Diretor da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e ao Dr. Alceu Fabio Barbosa, Professor da Cadeira de Mineralogia e Geologia da Escola de Engenharia de São Carlos, U.S.P. e da Cadeira de Jazidas Minerais e Legislação de Minas da Escola Politécnica, U.S.P. pelas facilidades oferecidas à realização do presente trabalho.

## II — PETROGRAFIA

### 1 — *Caracteres macroscópicos*

A rocha possui um aspecto singular caracterizado pela sua pobreza em componentes maficos. Ao contrário, os elementos claros parecem formar tôda a rocha, adquirindo uma coloração cinza-esverdeada. São visíveis cristais de feldspato esverdeados, com tamanho variável de 0.5 mm a 2 cm, imprimindo à rocha uma textura eucristalina retangular bem grosseira, longe da granular. O quartzo apresenta-se granular, côn cinzenta, com tamanhos menores, mais ou menos em torno de 2 mm sendo, depois do feldspato, o componente claro mais freqüente ao exame macroscópico. O feldspato exibe um brilho perlaceo, característico da "schillerização" de K. von Ramer.

Os espécimes estavam bem frescos. Os lementos escuros ocorrem sempre grupados acentuando a côn leucocrática da rocha.

### 2 — *Caracteres microscópicos*

A composição mineralógica vai disposta no quadro I.

## QUADRO I

## COMPONENTES ESSENCIAIS

- 1 — ORTOCLASIO MICROPERTITICO
- 2 — OLIGOCLASIO
- 3 — QUARTZO
- 4 — BIOTITA (PARTE LEPIDOMELANA)
- 5 — DIOPSIDIO (LEUCO-AUGITA)
- 6 — BARKEVICITA

## COMPONENTES ACCESSÓRIOS

- 1 — APATITA
- 2 — MAGNETITA
- 3 — ZIRCONITA
- 4 — MONAZITA

O principal componente mineralógico da rocha consiste em um ortoclasio intercrescido com albita na forma de uma micropertita pelo tamanho dos nodulos de albita. A albita forma cordões alinhados segundo (010), com aspecto fusiforme. Este tipo de intercrescimento identifica-se com o tipo de cordel (string type) de WAHLSTROM (8, p. 80), onde os bulbos de albita são alongados, formando cordões continuos ou estrangulados. O que chama a atenção é o intercrescimento elítico, fusiforme, e a orientação dos fios de maneira contínua ou descontínua. Alguns cristais do hospedeiro ortoclasio exibem micropertita com albita retangular e, neste caso, a orientação torna-se grosseira e os retângulos descontínuos.

O ortoclasio apresenta, também, textura micrográfica. Existem cristais de quartzo inclusos no ortoclasio micropertítico, porém não ocorre intercrescimento micrográfico nos elementos micropertíticos.

O intercrescimento micropertítico de albita no ortoclasio explica o fenômeno da "schillerização" observado macroscopicamente nos indivíduos grandes, via de regra geminados segundo Carlsbad.

O segundo componente em importância consiste em um plagioclasio ácido, da classe do oligoclásio, exibindo um ângulo de extinção simétrica com a geminação segundo a lei da albita variável de 4 a 9 graus. O plagioclasio em questão, em alguns cristais, exibe textura micrográfica e, mais raramente, forma uma antiperita com inclusões de ortoclasio micropertítico por sua vez. Conquanto o ortoclasio micropertítico seja comumente retangular, o oligoclásio além de apresentar indivíduos menores também mostra xenomorfismo absoluto. O tamanho médio desses cristais oscila em torno de 1 mm.

Em ordem decrescente na quantidade ocorre o quartzo, freqüentemente com notável extinção ondulante e cataclase, xenomórfico, granular, com tamanho inferior a 1 mm, sendo o valor mais freqüente em torno de 0,4 mm. Além de se apresentar individualizado o quartzo intercresce gráficamente com

o ortoclasio e, raramente, alia-se ao oligoclasio. A cataclase generalizada da rocha fala a favor de movimento tectonicos post-formacionais, indicando uma zona de distrofismo nessa faixa de corréncia. A textura micrográfica tende a se localizar formando fitas irregulares em torno dos cristais de ortoclasio, indicando uma gradual passagem do ortoclasio para o quartzo na ordem de segregação.

Dentre os componentes coloridos encontramos em proporções pequenas a biotita, um piroxênio da série augita-diopsídio, de composição mais próxima ao diopsídio e um anfibólio da classe da barkevícita.

O piroxênio tem um ângulo de extinção Z com c = -40° e birrefringência medida na seção paralela a (010), com macla polissintética, igual a 0.024. Possui côr verde suave, xenomorfico, com tamanho variável entre 3 mm e 0,2 mm, sem pleocroismo. Notam-se alguns cristais com geminação polissintética. A maioria dos indivíduos acha-se alterada em um mineral óticamente equivalente à antigorita, com birrefringência igual a 0.009. Os cristais alterados têm côr de interferência anormal. Os elementos não alterados exibem côres de interferência entre o verde e o amarelo de II ordem. Pelos seus caracteres óticos êste piroxênio se aproxima da composição de um diopsídio, isto é, um elo da cadeia augita-diopsídio com pouco ferro e muito magnésio segundo os dados de WINCHELL (9, p. 413). Para êste autor um piroxênio dêste tipo equipara-se à Leucaugita de WINCHELL (9, p. 413) como se segue:

- a) LEUCAUGITA (WINCHELL, 9, p. 413) Bir. 0.025 ; Z/c = -40°
- b) DIOPSÍDIO (leucaugita) FREITAS Bir. 0.024 ; Z/c = -40°
- c) AUGITA (WINCHELL, 9, p. 413) Bir. 0.026 ; Z/c = -41°
- d) AUGITA (WINCHELL, 9, p. 413) Bir. 0.025 ; Z/c = -41°50'

Observando-se o conceito dos tratadistas e admitindo grande dificuldade em distinguir por via ótica exclusiva o diopsídio da augita na sua exata composição química na cadeia isomórfica, parece-nos melhor encarar êste piroxênio como sendo um elo mais diopsídico da série, ou seja uma leucaugita. A riqueza em magnésio na composição química dêste piroxênio confirma-se plenamente no seu produto de alteração química, da natureza de uma antigorita (hidrosilicato de magnésio) e mineralógicamente classificável como uma clorita magnesiana.

O componente mafico mais importante é uma biotita xenomorfica, fortemente pleocroica: — Z= marrom esverdeado e X= verde pardo. Muitas vezes forma coroas em torno da magnetita e outras vezes com a composição de uma lepidomelana pelo seu comportamento ótico. Os indivíduos possuem tamanho superior ao do piroxênio e do anfibólio, variando de 4 mm a 0,3 mm.

Dos elementos fêmicos o menos abundante é a barkevícita, xenomórfica, fortemente pleocroica: — Z= pardo, quase opaco, e X= pardo amarelado ou esverdeado. A birrefringência é da ordem de 0.012 e o ângulo de extinção Z/c = 10°.

Como acessórios encontram-se a apatita, a zirconita, a magnetita e a monazita. A apatita é, via de regra, idiomórfica, geralmente inclusa nos fê-

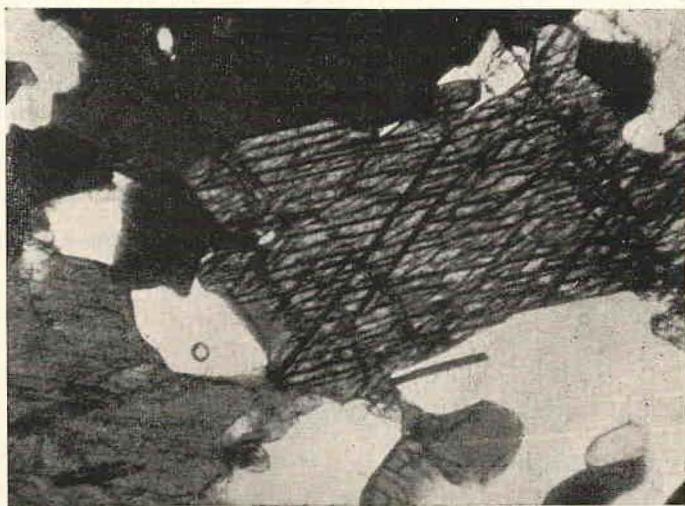


Fig. 1 — Barkevicia, biotita e magnetita. Note-se que a magnetita é sempre xenomorfica. Nicões paralelos. 28 X.



Fif. 2 — Ortoclásio micropertítico, mostrando o intercrescimento albitico do tipo cordel (string type), com bulbos de albite elíticos, fusiformes, alinhados segundo (010). Nicões cruzados. 80 X.

micos. A zirconita, sempre idiomórfica, é no entanto menos abundante. A magnetita, xenomórfica, é o acessório mais abundante; repete-se aqui esta curiosa associação já notada com respeito à apatita, ou seja sua ocorrência sempre associada aos elementos fêmicos, notadamente a biotita onde, em muitos cristais, forma o núcleo. A monazita é rara. Como material secundário ocorre a antigorita e a calcita.

### 3 — Composição modal

O modo referente a duas lâminas abrangendo os extremos da coloração da rocha é o seguinte:

### QUADRO II

#### COMPOSIÇÃO MODAL

1 — Ortoclasio micropertita	(1)	40,00%	(3)	60,00%
2 — Oligoglasio		27,48%		17,00%
3 — Quartzo		13,00%		10,00%
4 — Biotita		11,40%		6,00%
5 — Diopsídio (leucaugita)		4,00%		2,50%
6 — Barkevicitá		2,00%		1,00%
7 — Micropegmatito		0,70%		1,50%
8 — Mirmekita		—		0,20%
9 — Magnetita		1,25%		1,25%
10 — Apatita		0,50%		0,50%
11 — Zirconita		x		0,05%
12 — Monazita		x		x

1 — Lâmina 1      \*      3 — Lâmina 3

Os minerais que menos flutuam na composição modal são o quartzo, a barkevicitá, a magnetita e a apatita. O ortoclasio micropertítico varia 20% e o oligoclásio 10%. Os componentes coloridos variam menos.

Cumpre notar que, quando aumenta o teor de oligoclásio paralelamente sobe o de quartzo e diminui concomitantemente o de ortoclasio micropertita. Isto indica um excesso de  $\text{Na}_2\text{O}$  que prejudicou a formação do ortoclasio e consequentemente deixou maior quantidade de  $\text{SiO}_2$  livre para vir a formar o quartzo (lâmina 1). Boa parte do  $\text{K}_2\text{O}$  entra na composição da biotita de sorte que um aumento do teor de biotita acarreta fatalmente uma carência de potassa e assim consequente diminuição do teor de ortoclasio, fato observável à lâmina 1. Aliás a composição química ilustra melhor este comportamento mineralógico como resposta a combinações químicas do magma.

Verifica-se que há uma perfeita correspondência entre o modo e a composição química dos minerais envolvidos. Assim, quando se eleva o teor de ortoclasio, que consome muito  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , abaixam os teores de oligoclásio, biotita, diopsídio e quartzo e, vice-versa.

### III — COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química destas rochas foi obtida a partir da moda, envolvendo as restrições naturais a este processo de recálculo. Entretanto, aprecia-se uma estreita semelhança com rochas da mesma linhagem, de outras procedências tanto nacionais como estrangeiras, portadoras de análise química centesimal, como mostra o quadro III.

Verifica-se que os teores de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$  são equiparáveis nas lâminas (1) e (3), embora na composição mineralógica modal os componentes siálicos tenham grande variação percentual. No que tange aos óxidos de Ca, Mg, e Fe a variação é maior. Como os minerais ferro-magnesianos, portadores destes óxidos, segregam-se em primeiro lugar, um aumento sensível da proporção de CaO, MgO e FeO provoca uma diferenciação mineralógica mais básica da rocha, enriquecendo-a em biotita, diopsídio, barkevítita e plagioclasio, e empobrecendo-a em ortoclásio; tal fato causa uma combinação diferente dos óxidos de silício e alumínio apesar dos seus teores idênticos praticamente. Explicam-se as discrepâncias mineralógicas dos componentes siálicos das lâminas (1) e (3), embora quimicamente os teores de  $\text{SiO}_2\text{O}_3$  sejam praticamente os mesmos.

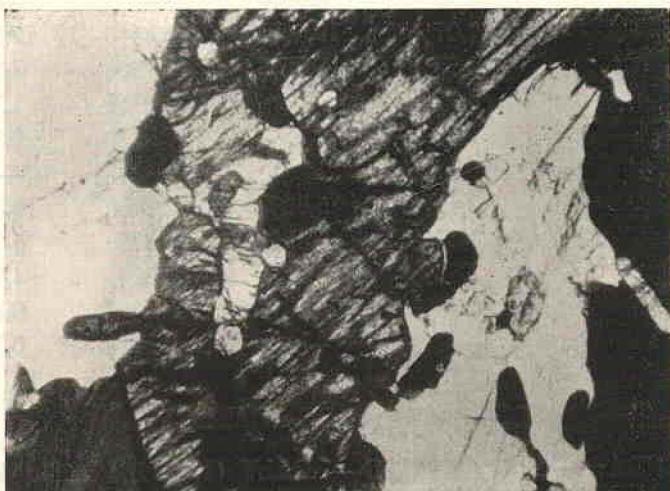


Fig. 3 — Diopsídio, apatita e magnetita, em parte biotita. O piroxênio é absolutamente xenomórfico, parecendo ter se segregado em último lugar na sequência dos fémicos. A apatita é sempre idiomórfica, em contraste com a magnetita xenomórfica. O diopsídio não tem bordas de outra composição, como acontece com outras rochas alcalinas de Cabo Frio e da Ilha de São Sebastião. Nicos paralelos. 28 X.

## QUADRO III

COMPONENTES	MÉDIA	LÂMINA 1	LÂMINA 3
SiO <sub>2</sub>	66,22%	65,56%	66,87%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,96%	16,84%	17,06%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,11%	1,19%	1,03%
FeO	2,38%	3,01%	1,75%
MgO	0,73%	0,91%	0,56%
CaO	1,91%	2,27%	1,55%
Na <sub>2</sub> O	5,15%	4,47%	5,84%
K <sub>2</sub> O	5,11%	5,32%	4,90%
H <sub>2</sub> O	0,20%	0,26%	0,14%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,23%	0,17%	0,30%

ANÁLISE QUÍMICA — Recalculada a partir da moda

## QUADRO IV

COMPONENTES	(1)	(2)	* (3)	* (4)
SiO <sub>2</sub>	61,96%	58,48%	65,66%	66,87%
TiO <sub>2</sub>	0,99%	0,96%	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,07%	19,24%	16,84%	17,06%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,35%	5,75%	1,19%	1,03%
FeO	3,37%		3,01%	1,75%
MgO	1,38%	0,99%	0,91%	0,56%
MnO	0,09%	x	—	—
CaO	3,41%	5,02%	2,27%	1,55%
Na <sub>2</sub> O	4,65%	5,52%	4,47%	5,84%
K <sub>2</sub> O	3,80%	3,06%	5,52%	4,90%
H <sub>2</sub> O	0,93%	0,47%	0,26%	0,14%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	0,17%	0,30%

## COMPARAÇÃO DE ANÁLISES

LEGENDA: — 1 — AKERITO — DALY (1, p. 12) média de 8 análises, 2 — AKERITO — REINISCH (6, p. 86) Ramnas, Noruega, 3 — AKERITO — FREITAS (\*) Serra do Mirante, Brasil, 4 — AKERITO — FREITAS (\*) Serra do Mirante, Brasil.

(\*) Recalculado da moda.

O quadro IV exprime uma comparação química entre um akerito norueguês, akeritos de várias procedências em média, e akeritos em exame (serra do Mirante).

Pelo exame do quadro IV aprecia-se um aumento de mais ou menos 5% nos teores de  $\text{SiO}_2$  nos akeritos da serra do Mirante em relação aos seus congêneres estrangeiros ali tabulados. Explica-se o acontecimento pela presença da biotita em maior quantidade nos akeritos em consideração, enquanto os estrangeiros têm a augita como principal componente fêmico. O elevado teor de biotita significa em termos químicos maior quantidade de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{K}_2\text{O}$  e maior pobreza em  $\text{CaO}$ , que se aloja nas moléculas de augita. A augita como principal elemento máfico também enriquece a análise química em Fe, o que realmente se verifica comparando os teores em  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dos akeritos estrangeiros com os da Serra do Mirante. Após estes comentários parece-nos digno de menção o equilíbrio havido entre as análises químicas recalculadas da moda dos akeritos da Serra do Mirante e as análises químicas centesimais dos akeritos de procedência estrangeira. Aliás os sienitos supersaturados da série alcalina brasileira têm a tendência da biotita aparecer como principal componente fêmico e, na sua diminuição ou mesmo ausência, correspondente acréscimo do teor de anfibólio, como nas leis de paragênese. Tal é o caso dos nordmarkitos e biotita-pulaskitos da ilha de São Sebastião descritos por este autor (FREITAS, 2, pp. 117-111).

O quadro V refere-se à percentagem da composição molecular entre várias rochas alcalinas brasileiras estudadas por WRIGHT (10,) e FREITAS (2), ao lado de outras estrangeiras.

De todas as rochas alcalinas tabuladas no quadro V, os akeritos da serra do Mirante são os mais ácidos membros, ricos em  $\text{SiO}_2$  na contribuição em peso molecular. Entretanto tais rochas são equiparáveis à n.<sup>o</sup> 1, correspondente à média de 8 análises químicas de akeritos diversos dada por DALY (1, p. 12). Apenas duas coisas: a) — os akeritos da Serra do Mirante são pobres em  $\text{CaO}$ , porque a augita não constitue o seu principal componente colorido como acontece nos demais akeritos e, b) — os akeritos dados por DALY (1, p. 12) são pobres em potassa porque a biotita ocupa um lugar secundário no equipamento máfico. Em segundo lugar observamos que os akeritos da Serra do Mirante são equiparáveis aos Nordmarkitos, com exceção da sílica que possui maior teor, porque maior é a quantidade de quartzo naqueles akeritos. O peso molecular total (ZAHL) é uniforme para todas as rochas arroladas, indicando tratar-se de um mesmo magma gerador destes vários tipos, cabendo à diferenciação a responsabilidade pelas flutuações mineralógicas apreciadas.

QUADRO V

COMPON.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\text{SiO}_2$	70,50	67,08	69,00	68,00	68,10	68,20	72,92	74,32	68,36
$\text{Al}_2\text{O}_3$	11,25	12,07	12,70	14,10	11,13	11,70	11,02	11,15	13,23
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,98	0,80	0,90	—	2,80	1,10	0,50	0,43	2,51
$\text{FeO}$	3,14	2,00	1,80	3,70	2,50	2,40	2,78	1,61	—
$\text{MgO}$	2,31	3,50	2,70	0,60	1,10	1,80	1,50	0,92	1,10
$\text{CaO}$	4,08	2,80	2,30	3,50	3,20	3,10	2,70	1,83	6,27
$\text{Na}_2\text{O}$	5,03	6,20	6,90	6,70	7,00	7,50	4,80	6,27	6,23
$\text{K}_2\text{O}$	2,71	4,20	3,70	3,40	4,00	4,20	3,78	3,47	2,27
PESO MOL.	148,89	148,95	148,78	148,35	146,90	148,40	150,50	150,68	145,42

## PERCENTAGEM DA COMPOSIÇÃO MOLECULAR

LEGENDA: — 1 — AKERITO, Média de 8 análises, DALY (1, p. 12); 2 — PULASKITO, n.º 13, Ilha de S. Sebastião, FREITAS (2); 3 — FOIAITO, n.º 10, Ilha de S. Sebastião, FREITAS (2); 4 — BIOTITA-PULASKITO, n.º 28, Ilha de S. Sebastião, FREITAS (2); 5 — NORDMARKITO, Cabo Frio, WRIGHT (10); 6 — UMPTEKITO, Cabo Frio, WRIGHT (10); 7 — AKERITO, Serra do Mirante (lâmina 1); 8 — AKERITO, Serra do Mirante (lâmina 3); 9 — AKERITO, Ramnas Noruega, REINISCH (6).

O quadro VI já se refere à percentagem dos átomos metálicos constituintes dos mesmos tipos petrográficos listados no Quadro V.

QUADRO VI

METAIS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Si	52,23	53,40	53,80	54,40	54,70	58,27	59,90	52,24	55,96
Al	19,20	19,35	22,00	18,01	18,90	16,96	17,31	19,48	17,20
Fe"	5,70	5,77	5,70	6,50	3,60	1,57	1,37	7,69	3,12
Fe"	—	—	—	—	—	4,43	2,59	—	4,98
Mg	2,42	1,72	0,50	0,90	1,40	1,02	0,63	1,12	1,56
Ca	3,15	2,60	3,60	2,60	2,50	3,07	2,10	6,84	4,62
Na	7,98	9,07	8,40	11,20	12,10	6,29	8,29	7,80	6,56
K	9,25	8,09	6,00	6,30	6,80	8,39	7,79	4,83	6,00
A.Z.	474,69	477,01	475,40	469,00	472,50	475,64	480,35	471,35	468,84
M.A.Z.	184,80	185,17	184,67	182,50	184,90	180,73	182,81	180,70	178,62

## PERCENTAGEM EM ÁTOMOS METÁLICOS

LEGENDA: — 1 — PULASKITO, Ilha de São Sebastião, FREITAS (2); 2 — FOIAITO, Ilha de São Sebastião, FREITAS (2); 3 — BIOTITA-PULASKITO, Ilha de São Sebastião, FREITAS (2); 4 — NORDMARKITO, Cabo Frio, WRIGHT (10); 5 — UMPTEKITO, Cabo Frio, WRIGHT (10); 6 — AKERITO, Serra do Mirante (lâmina 1); 7 — AKERITO, Serra do Mirante (lâmina 3); 8 — AKERITO, Ramnas, Noruega, REINISCH (6); 9 — AKERITO, Média de 8 análises, DALY (1).

Verifica-se que o magma gerador destes akeritos da Serra do Mirante era particularmente rico em Si em comparação com as demais rochas arroladas no quadro VI, fato explicável pela percentagem de quartzo na rocha, 10,00% e 13,00% respectivamente.

Entretanto, na soma de átomos metálicos (M.A.Z.) apura-se que todas estas rochas possuem praticamente a mesma proporção de elementos metálicos no magma, o que lhes indica uma linhagem petrográfica comum. Aparece uma discrepância na soma dos átomos de metal com os de oxigênio, pois os têrmos ricos em Si necessariamente tragam um aumento em oxigênio respeitável devido a saturação da valência do Si exigir 2 átomos de oxigênio.

## IV — DISCUSSÃO

O exame da composição modal atribue a esta rocha da serra do Mirante a designação genérica de um soda-sienito supersaturado leucocrático com raias monzoníticas ou seja um sienodiorito supersaturado leucocrático. Na lámina (1) os elementos maficos representam 17,40%, enquanto na n.º (3) perfazem 9,50%. A natureza sódica reside na presença de um ortoclásio micropertítico ao lado de um oligoclásio, totalizando o feldspato a percentagem de 67,48% na lámina (1) e 77,00% na lámina (3). Não tendo o oligoclásio excedido a fronteira convencional de 1/3 do total de feldspato na lámina (3) a rocha deve ser considerada um sienito, enquanto na lámina (1) a quantidade de plagioclásio representa mais de 1/3 do total de feldspato e, neste caso, deve ser referida a um sienodiorito.

Estamos em face de uma rocha com variação entre um quartzo monzonito e um quartzo-soda-sienito. Rochas com tal composição mineralógica, com textura hipidiomórfica a retangular do feldspato, são classificadas como akerito. Para SHAND (7, p. 394) os akeritos são monzonitos leucocráticos, enquanto HATCH & WELLS (4, p. 174) os definem com quartzo-augita-soda-sienitos com ortoclásio micropertítico e plagioclásio, intimamente relacionados com a família dos monzonitos (The Aker type, AKERITE, described by Brogger from Aker in the Oslo district, is a quartz-bearing augite-soda-syenite which besides alkali-feldspar (a perthitic feldspar) contains much plagioclase, and is therefore closely allied to the monzonite family. The augite of this rock is an idiomorphic green diopside).

Com essas considerações ressalta o traço fundamental do akerito, isto é, sua posição peculiar na fronteira mineralógica dos soda sienitos com os quartzo-monzonitos leucocráticos, exatamente o que ocorre nas rochas da serra do Mirante.

Além dêste fato, de natureza modal, ainda há outros caracteres petrográficos que enquadram tais rochas na categoria dos akeritos: (1) Textura hipidiomórfica com feldspato retangular; (2) Proporção alta dos feldspatos; (3) Presença de ortoclásio micropertítico; (4) Fêmicos não excedem a 20% do total da composição modal; (5) presença de quartzo. Apenas convém comentar que os fêmicos mais importantes dos akeritos originais, ou seja uma augita diopsídica, nestes akeritos ocorre em proporção menor, cedendo lugar à botita. Este acontecimento pode ser explicável pela maior percentagem de quartzo acarretando por leis físico-químicas do magma uma segregação maior da biotita em detrimento do piroxênio.

Temos ainda duas descrições sumárias dos akeritos originais. A primeira fornecida por REINISCH (6, p. 84) que diz: "Akerito é um alcali-sienito augítico com textura granítica à traquítica, composto de micropertita, plagioclásio (às vezes com núcleo de feldspato potássico) diopsídio, titanaugita, biotita, freqüentemente pouco quartzo, às vezes hiperstênio ou anfibólito alcalino castanho ou verde; como acessórios magnetita com coroas de biotita e apatita". Tomando a descrição de JOHANNSEN (5, p. 62) temos idêntica descrição: "Brogger deu o nome especial de akerito, da paroquia de

Aker, junto a Oslo, onde se desenvolvem bem, a certos augita-sienitos contendo ao lado de ortoclasio, mais ou menos oligoclasio, muitas vezes abundante biotita, um piroxênio verde da série diopsídio ou diopsídio-aegirita e, usualmente, um pouco de quartzo".

O fato da biotita tornar-se o principal componente colorido destas rochas da Serra do Mirante a nosso ver em nada afeta sua classificação como akerito, uma vez que no akerito original, segundo JOHANNSEN (5, p. 62) a biotita pode tornar-se abundante. Aumentando o teor de quartzo, aumenta proporcionalmente o de biotita. Aliás HARKER (3, p. 63) dá ênfase à presença de biotita no akerito original da Noruega dizendo: "Parmi les syénites à augite et quartz, il convient de citer le type d'Aker, de Brogger, provenant du district de Christiana, qui renferme beaucoup de plagioclase aussi bien que d'orthose et qui a une certine ressemblance avec les roches de Monzoni. En plus d'une augite vert pâle il ya de la biotite".

Quanto à composição química podemos dispôr de uma comparação entre duas análises centesimais de akeritos originais, sendo uma análise proveniente de Ramnas, Noruega, e outra uma média de 8 análises, ao lado de duas outras dos akeritos da Serra do Mirante, porém oriundas de recálculo a partir da moda. Neste recálculo geralmente os teores dos óxidos de ferro, cálcio e magnésio sentem seus valores prejudicados porque a série augita-diopsídio tem uma composição variável em grande intervalo; ademais o intercrescimento micropertítico afeta os valores reais das proporções  $K_2O/Na_2O$ . Apesar destas restrições a comparação não foi heterogênea, mas frutífera, pois aprecia-se uma alta concordância entre as quarto análises submetidas no quadro IV. No recálculo da composição química do ortoclasio micropertita baseamo-nos na tabela de SPENCER, citada por WAHLSTROM (8, p. 30) que atribue cerca de 40% de feldspato sódico quando ocorre ortoclasio micropertítico, e uma temperatura de 950° a 750° de cristalização. De um modo geral o akerito da Serra do Mirante é mais supersaturado do que seus congêneres, possuindo um elevado teor em quartzo. A dominância da Biotita como principal componente colorido acentua a pobreza do ferro, cálcio e magnésio necessariamente. A augita, sendo do tipo diopsídico, também diminui a possibilidade de um alto teor de ferro e cálcio, para vir favorecer o magnésio.

É possível que o excesso de sílica tenha feito o sódio e o potássio deslocarem-se para entrar em combinação na molécula dos feldspatos, abandonando a possibilidade da sua integração na molécula dos anfibólios e piroxênios sódicos e da biotita.

De um modo geral os akeritos em consideração, sendo rochas leucocráticas, possuem menos átomos metálicos (M.A.Z.) do que outras rochas alcalinas saturadas e insaturadas, onde há abundância de anfibólios e piroxênios alcalinos. A diferença, em si, não é tão extremada mas, pelo contrário, mostra-se as estreitas relações de parentesco perfilhadas por estas rochas e suas congêneres alcalinas tais como pulaskito, nordmarkito, umptekito e foiaito.

## V — CONCLUSÕES

- 1 — Na Serra do Mirante, contraforte oeste do maciço alcalino de Poços de Caldas, M.G. foi encontrada uma rocha leucocrática, de côn es-verdeada a cinzenta, com grandes cristais de feldspato retangular, geminados segundo Carlsbad, com notável efeito de "schillerização" ao exame macroscópico.
- 2 — Petrográficamente a rocha foi identificada como sendo um akerito semelhante ao tipo original de Aker, distrito de Cristiana, próximo a Oslo, Noruega.
- 3 — A composição modal de duas lâminas, (1) e (3) é a seguinte: —  
a) ortoclasio micropertita, 40,00% e 60,00%; b) oligoclasio, 27,48% e 17,00; c) quartzo, 13,00% e 10,00%; d) biotita, 11,40% e 6,00%; e) diopsídio, (leucaugita), 4,00% e 2,50%; f) barkevicia, 2,00% e 1,00%; g) micropegmatito, 0,70% e 1,50; h) mirmekita, 0% e 0,20%; i) magnetita, 1,25% e 1,25%; j) apatita, 0,50 e 0,50%. (Zirconita e Monazita, em quantidade menor).
- 4 — Este akerito tem como componente fêmico principal a biotita, enquanto o original de Aker tem uma augita diopsídica. Também esta rocha é ligeiramente mais supersaturada do que o seu tipo original.
- 5 — Quanto à composição química, quadro III, verifica-se que são tôdas rochas da mesma linhagem das alcalinas e equiparáveis ao tipo original de Aker, apesar da sua análise química ter sido realizada por recálculo da moda. Apenas os teores de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{K}_2\text{O}$  são mais elevados porque o akerito da Serra do Mirante é mais supersaturado e possui abundante biotita como elemento colorido mais importante. Há também pequenas flutuações nos teores de ferro, cálcio e magnésio, surgidas evidentemente da presença de uma augita diopsídica no tipo original e da biotita no tipo da Serra do Mirante. Ademais é mistér computar que estas rochas obtiveram sua composição química uma notável homogeneidade na comparação.
- 6 — Na percentagem da composição molecular, quadro V, o peso molecular total (ZAHL) é praticamente o mesmo para tôdas as rochas comparadas, indicando seu parentesco, cabendo à diferenciação as flutuações mineralógicas apreciadas em cada tipo petrográfico arrolado no mencionado quadro.
- 7 — Na percentagem da composição em átomos metálicos reaparece a mesma familiaridade entre tôdas as rochas do quadro VI, pois a soma dos átomos metálicos (M.A.Z.) é singularmente próxima embora a soma dos átomos de metal e de oxigênio (A.Z.) já mostre uma certa discrepância nos akeritos da Serra do Mirante, proveniente indiscutivelmente da sua riqueza em  $\text{SiO}_2$ , onde há dois átomos de oxigênio para um de metal (Si).

- 8 — Trata-se de uma rocha com variação mineralógica entre um quartzo monzonito leucocratico e um quartzo-soda-sienito, com feldspato micropertítico retangular como principal componente, seguido pelo oligoclasio. Tais rochas, segundo SHAND (7, p. 384), HATCH & WELLS (4, p. 174), REINISCH (6, p. 84), JOHANNSEN (5, p. 62) e HARKER (3, p. 63), são classificáveis como akeritos.

## VI — BIBLIOGRAFIA

- 1 — DALY, R. A. — IGNEOUS ROCKS AND THE DEPTHS OF THE EARTH. Sd. Ed. Sevth Imp. Mac Graw-Hill Book Co. Inc. New York, 588 pp. 1933.
- 2 — de FREITAS, R. O. — GEOLOGIA E PETROLOGIA DA ILHA DE S. SEBASTIÃO. Bol. Fac. Fil. Ci. Let. Un. S. Paulo, n.º 85, Geol. n.º 3, 244 pp. 1947.
- 3 — HARKER, A. — PETROGRAPHIE Trad. O. Chemin. Ch. Beranger Editeur, Paris, 358 pp. 1902.
- 4 — HATCH, F. H. & WELLS, A. K. — THE PETROLOGY OF THE IGNEOUS ROCKS. Vol. I George Allen & Unwin Ld. London, 368 pp. 1936.
- 5 — JOHANNSEN, A. — A DESCRIPTIVE PETROGRAPHY OF THE IGNEOUS ROCKS. Vol. III. The Intermediate rocks. The Un. Chicago Press. Chicago, 360 pp. 1952.
- 6 — REINISCH, R. — PETROGRAPHISCHES PRAKTIKUM, Zweiter Teil, Gesteine. Dritte Auflage. Ver. von Gebruder Bornträger, 202 pp. 1920.
- 7 — SHAND, S. J. — ERUPTIVE ROCKS. Fourth Ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 365 pp. 1950.
- 8 — WAHLSTROM, E. E. — INTRODUCTION TO THEORETICAL IGNEOUS PETROLOGY. John Wiley & Sons Inc. New York, 365 pp. 1950.
- 9 — WINCHELL, A. . & H. WINCHELL — ELEMENTS OF OPTICAL MINERALOGY. Part II, Fourth Ed. John Wiley & Sons Inc. New York, 551 pp. 1951.
- 10 — WRIGHT, F. E. — DIE FOYAITISCH-THERALITISCHEN ERUPTIV GESTEINE DER INSEL CABO FRIO, RIO DE JANEIRO, BRASILIEN. Tsch. Min. u. Pet. Mit. Bd. 20, pp. 233-259, 273-306, 1901.

São Carlos, maio de 1956