DETERMINAÇÕES POTÁSSIO-ARGÔNIO EM ROCHAS LOCALIZADAS
PRÓXIMAS OU NO LITORAL NORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

DEDALUS - Acervo - IGC

30900005227

Bruno Minioli

Orientador : Prof. Dr. Viktor Leinz
Departamento de Geologia e Paleontologia da
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da
Universidade de São Paulo

Trabalho apresentado para obtenção do
Gráu de Mestre em Geologia

São Paulo, dezembro de 1969

ÍNDICE

- I - SUMÁRIO
- II - INTRODUÇÃO :
 - 1 - finalidades
 - 2 - agradecimentos
- III - MÉTODOS EXPERIMENTAIS :
 - 1 - seleção de amostras
 - 2 - análises de argônio
 - 3 - análises de potássio
 - 4 - constantes empregadas
- IV - GEOLOGIA GERAL
- V - RESULTADOS E DISCUSSÕES :
 - 1 - mapa de localização
 - 2 - histograma de análises de minerais de rochas graníticas e metamórficas
 - 3 - tabela de determinações de minerais de rochas graníticas e metamórficas
 - 4 - tabela de determinações de rocha total de diques básicos
- VI - APÊNDICE
- VII - BIBLIOGRAFIA

RESUMO

A análise radiométrica de 36 amostras pelo método K-Ar de rochas localizadas ou próximas do litoral norte do Estado de São Paulo é aqui apresentada. O trabalho se baseou, principalmente, nas determinações em minerais de rochas graníticas, metamórficas e em rocha total de diques básicos, pertencentes à chamada faixa orogênica (cinturão) Paraíba, que se estende ao longo da costa oriental do Brasil.

Foram efetuadas determinações em 24 minerais, havendo acentuada preferência nas análises em biotita, por apresentar esse mineral maior retentividade de Ar entre os minerais disponíveis e por ser bastante difundido na litologia da região.

Nas rochas de diques básicos as análises se concentraram em rocha total, por serem de granulação muito fina e , conseqüentemente, de difícil separação de seus minerais constituintes mais adequados para as determinações radiométricas.

Os dados obtidos foram estudados separadamente e o padrão geral das análises apresenta uma boa concordância entre 460 - 470 m.a. para as rochas graníticas e metamórficas e 130 m.a. para os diques, indicando um resfriamento regional após fase de metamorfismo, com posteriores eventos intrusivos no mesozóico.

I- INTRODUÇÃO

A finalidade deste trabalho é a apresentação de resultados de análises radiométricas pelo método K-Ar de rochas localizadas na região norte do litoral do Estado de São Paulo, a fim de fornecer subsídios a um amplo trabalho que está sendo levado a efeito pelo Departamento de Geologia e Paleontologia da Universidade de São Paulo, abrangendo as proximidades das costas desse Estado, do Paraná, Santa Catarina e interior do Rio Grande do Sul, relativo às determinações de idades de rochas magmáticas metamórficas, ciclos efusivos básicos, ácidos e intermediários, e estruturas associadas.

As amostras foram coletadas principalmente em pedreiras recentes, bons afloramentos e diques, numa área que se estende alguns quilômetros antes da cidade de Paraituba, seguindo pela estrada estadual até a cidade de Caraguatatuba, abrangendo, ainda, a área litorânea entre Ubatuba e Bertoga, incluindo algumas amostras da Ilha de São Sebastião.

Esse estudo foi iniciado em toda essa região visando estabelecer a sequência de eventos geológicos que a afetaram.

Neste primeiro trabalho são relatadas 26 determinações K-Ar em rochas pertencentes ou próximas ao litoral do Estado de São Paulo. As conclusões aqui apresentadas poderão sofrer alterações a medida que dados de laboratório e pesquisas de campo a serem desenvolvidas apresentem resultados mais conclusivos sobre os eventos geológicos.

O autor agradece aos Professores Drs. Viktor Leinz e Ruy O. de Freitas pelas objetivas orientações que deram para a confecção deste trabalho. Ao Prof. Ruy também pela descrição das lâminas e a assistência sempre constante. Aos colegas U.G. Jordani e K. Kawashita pelo muito que fizeram nas interpretações e cálculos. O meu mais sincero reconhecimento a Cláudio Comerlatti e Mário Paquola pelo auxílio que prestaram nas análises de laboratório e separação dos minerais.

A conclusão deste trabalho só foi possível graças a ajuda financeira do Conselho Nacional de Pesquisas.

II - MÉTODOS EXPERIMENTAIS

A - SELEÇÃO DE AMOSTRAS : em virtude da área ser uma região que sofreu intenso e profundo intemperismo, a seleção de amostras próprias para a finalidade foi realizada com o máximo cuidado e critério. Foram confeccionadas seções delgadas de todas as amostras e rejeitadas aquelas que apresentassem como produto de alteração intempérica mais de 10% de seus minerais constituintes.

As análises em todas as rochas básicas foram efetuadas em rocha total, por apresentarem granulação muito fina, acarretando imensas dificuldades a separação de seus constituintes.

A validade nas determinações em rocha total foi demonstrada por diversos autores, entre os quais por Erickson e

Kulp (1961), McDougall (1963) e, mais recentemente, Amaral et al (1966), confirmando a precisão do método.

Nas lâminas estudadas, a quantidade de vidro encontrada entre seus componentes foi abaixo de 20%, não sendo, portanto, excluída qualquer amostra quanto a esse particular, visto que Schaeffer et al (1961) apenas indicaram como impróprias aquelas que apresentassem porcentagem acima desse valor, e, mais ainda, quando o material estivesse devitrificado, pois a perda de Ar neste caso seria grande.

Nos estudos das lâminas dos basaltos foi observada incipiente alteração nas bordas de alguns minerais e a cristalização de minerais secundários, cujas anormalidades foram atribuídas a alterações deutéricas, ocorrendo esses fatos simultaneamente com a fase intrusiva, não representando, pois, qualquer efeito mais influenciador nos valores obtidos.

Os minerais separados das rochas metamórficas e magmáticas usados nas datações, apresentaram-se sem qualquer indicio de alteração devido ao tempo. Apenas poucos foram excluídos por apresentarem incipiente cloritização (especialmente algumas biotitas).

B - ANÁLISES DE ARGÔNIO : as técnicas aplicadas para extração e purificação do Ar radiogênico foi detalhadamente descrita por Amaral et al (1966). Os minerais ou rocha total foram fundidos durante 15 minutos a aproximadamente 1.600 °C em cádmios de molibdênio, por intermédio de forno de indução. O peso das amostras fundidas variou entre 0,2 - 5 gramas. O sistema

operou com válvulas de ultra-alto vácuo e a purificação do gás extraído se deu por um conjunto de fornos de Cu-CuO e titânio a alta temperatura (cerca de 800 °C). Ao gás despreendido foi adicionado um volume conhecido de Ar³⁸ com pureza de 99% ou menos (traçador), para análise por diluição isotópica, cujas alíquotas são preparadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da U.S.P.

O gás purificado foi analisado em espectrômetro de massa tipo Reynolds (Reynolds, 1956). Todos os traçadores usados neste trabalho foram preparados e montados no Centro de Geocronologia, de acordo com métodos descritos por Reynolds e Spira (1966), a exceção daqueles usados para as amostras 0624/44a, 0624/44b e 0624/44c que foram preparados no Laboratório de Geocronologia de Berkeley, Universidade da California, U.S.A.

As amostras analisadas neste trabalho foram utilizadas traçadores do sistema C. Da mesma forma que os sistemas A e B, o sistema C foi calibrado usando-se 5 amostras padrão interlaboratoriais :

Traçador (Spike)	Amostra	Concent. (10 ⁻¹¹ mol/g)	Constante (10 ⁻¹¹ moles/g)
91	P-207(1º)	126,0	17,77
342	P-207(2º)	126,0	18,49
181	KA-86(5º)	133,0	17,11
206	KA-86(6º)	133,0	16,78
218	MIL-B-320	1.729,6	17,22

Para este sistema o desvio médio percentual obtido para a concentração do traçador foi de 2,2%.

C - ANÁLISES DE POTÁSSIO : para a determinação do teor de potássio foi aplicado o processo da fotometria de chama, usando-se um fotômetro de chama Bair-Atomic, com padrão interno de lítio.

Inicialmente a amostra foi solubilizada com HF e H_2SO_4 e, após, neutralizada a solução com NH_4OH e filtrada. Numa alíquota da solução é adicionada uma quantidade adequada de solução de lítio. A solução assim preparada é analisada com o fotômetro, intercalando-se a mesma entre duas soluções padrão conhecidas.

Uma descrição mais detalhada do processo foi descrita por Brannock e Berthold (1949) e a precisão na determinação de K é idêntica a de Amaral et al. O erro máximo na determinação do teor de K é da ordem de 1%.

D - CONSTANTES EMPREGADAS : para os vários cálculos efetuados neste trabalho as constantes de desintegração foram :

$$\lambda_{\text{total}} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ por ano;}$$

$$\lambda_K = 0,585 \times 10^{-10} \text{ por ano;}$$

$$\% \text{ de atom. de } K^{40} = 0,0119$$

III - GEOLOGIA GERAL

A região é constituída essencialmente de rochas metamórficas, predominando as da facies almandina-anfibolito, migmatitos, gnaisses, associados a granitos e outras variedades de rochas intrusivas básicas e alcalinas. As planícies litorâneas e os fundos dos vales recentes são capeados por sedimentos mesozóicos.

Segundo Freitas (comunicação verbal) em estudos efetuados concomitantemente com as análises geocronológicas, há na região várias linhagens de rochas relacionadas com jazimentos e, mais intimamente, com processos metamórficos os mais variados. Essas linhagens podem ser assim esquematizadas :

I - ROCHAS ULTRAMETAMÓRFICAS E GRANÍTIAS

- a - migmatitos
- b - gnaisses migmatíticos e anatéticos
- c - granitos
- d - granito-gnaisses

II - ROCHAS DINAMOTERMOMETAMÓRFICAS

- a - gnaisses
- b - gnaisses facoidais
- c - leptinitos
- d - granulitos
- e - leptitos

III - ROCHAS ÍGNEAS INTRUSIVAS E DIFERENCIADAS

- a - hornblenda-diorito
- b - akeritos
- c - monzonitos
- d - sienodioritos
- e - hiperstênio-granito

IV - ROCHAS ÍGNEAS HIPABISSAIS

- a - diorito pórfiro
- b - andesitos
- c - traquiandesito pórfiro
- d - basalto microfírico
- e - diabásio
- f - microdiorito pórfiro

V - ROCHAS ALCÁLICAS

- a - rochas da Ilha de São Sebastião

Os principais minerais são : microclínio, quartzo, oligoclásio, biotita e hornblenda, que aparecem em quantidades variáveis originando vários tipos litológicos, que podem aqui ser classificados genericamente como " migmatitos ". Estas rochas apresentam gnaissificação marcante com direção geral NE-SW e mergulhos variáveis.

De acordo com Damasceno (1966) essas rochas apresentam , frequentemente, estruturas irregulares, sem orientação preferencial visível e em diversos locais observa-se gradual desapareci-

mento na orientação dos constituintes. Os hiperstênio-granito (charnockitos) são abundantes na região, principalmente nas proximidades da cidade de Ubatuba. Alguns leitos de quartzitos esverdeados são esporadicamente observados dentro dos gnaisses.

As estruturas regionais têm direção predominantemente nordeste-sudoeste e acentuado paralelismo (observações de fotos aéreas), refletindo uma configuração litorânea recilhada, com pequenos promontórios nitidamente orientados segundo aquelas direções preferenciais (Freitas, 1947).

IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES

O mapa de localização das amostras está representado pela fig. 1, tendo sido registradas as idades obtidas das rochas graníticas, metamórficas e diques. Os resultados analíticos das rochas graníticas e metamórficas são fornecidos pela tabela 1 e dos diques pela tabela 2. No apêndice encontra-se uma descrição resumida das amostras analisadas, localização e suas composições mineralógicas.

Com exceção de 3 resultados anômalos, todos os demais obtidos pelas análises das rochas graníticas e metamórficas (tabela 1) situam-se numa faixa significativa de idades mínimas, que varia de 460-470 milhões de anos.

As amostras SPK-0614 e SPK-0689 apresentam resultado discrepante do conjunto, possivelmente por se encontrarem associadas às intrusões ocorridas mais recentemente no Costão da Ponta do Bonete, perdendo argônio por aquecimento. Muito provavelmente essa anormalidade será solucionada com futuros estudos no local, para verificação mais detalhada da disposição litológica geral.

As determinações efetuadas em rochas da Ilha de São Sebastião ou sejam, as de números SPK-0651 e SPK-0683 (dique de microdiorito) também apresentam idades mais jovens, acreditando-se que foram afetadas pelas intrusões alcalinas ocorridas há cerca de 82 m.a. atrás (Amaral, 1966).

Idades bastante significativas são fornecidas pela tabela 2, havendo acentuada concordância em 130 m.a. para a fase ápice da intrusão, ou seja, no Cretáceo inferior-Jurássico superior, o que parece comprovar uma associação ao ciclo vulcânico basáltico mesozóico ocorrido em grandes áreas do sul do país (Creer, 1965 ; Amaral et al, 1966 ; McDougall e Riegg, 1966 ; Vanderschuer et al, 1966 ; Melfi, 1967 e Leins et al, 1968).

As idades mínimas apresentadas à tabela 1 indicariam eventos geológicos ligados a resfriamento de caráter regional ocorrido no cinturão (faixa) orogenético Paraíba (Ebert, 1962), significando, provavelmente, o levantamento epirogenético da cadeia montanhosa, associado com fases posteriores de erosão, após a ocorrência de processos metamórficos na referida faixa.

Figura 1

Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras analisadas. Os números indicam as idades obtidas, em milhões de anos.

FIGURA 2

Histograma dos minerais das rochas graníticas e metamórficas.

TABELA 1

Nº Lab.	Mineral	%K *	Ar ⁴⁰ rad. 10 ⁻⁵ cc STP/g	Ar ⁴⁰ atm (%)	Idade (m.a.)
SPK	Usado				
0543	Muscovita	8,88	18,88	2,31	469
0575	Biotita	7,47	15,10	3,70	449
0576	Biotita	5,39	11,41	1,10	467
0577	Biotita	6,95	14,15	1,70	451
0565	Biotita	7,07	14,31	2,6	449
0566	K-Felds.	12,27	25,67	0,6	463
0582	Biotita	7,14	14,11	1,0	440
0614	Biotita	7,46	6,47	3,2	214
0689	K-Felds.	1,49	1,25	39,2	200
0617	Biotita	7,28	15,59	1,3	472
0702	Biotita	4,90	10,24	4,0	462
0618	Biotita	7,18	14,73	4,2	455
0703	Anfibólio	1,19	2,74	5,1	502
0641	Anfibólio	2,60	5,55	3,5	471
0701	K-Felds.	12,40	24,97	6,7	447
0655	Biotita	7,39	15,08	1,2	453
0645	Biotita	7,18	14,00	1,3	434
0646	Biotita	7,46	15,30	0,6	454
0651	Biotita	7,62	12,25	2,4	366
0679	Muscovita	8,75	18,31	2,2	463
0677	Biotita	7,70	16,30	1,8	467
0697	Biotita	6,63	14,12	8,2	470
0613	Muscovita	8,87	18,57	3,7	463
0593	Biotita	7,38	15,56	2,4	466
0624/44**	Biotita	6,57	13,66	3,1	460
0624/44a**	Biotita	1,56	3,25	5,3	460
0624/44b**	K-Felds.	10,74	21,38	0,7	443

* - média de pelo menos duas determinações ;

** - determinações feitas por U.G. Cordani no Laboratório de Geocronologia de Berkeley, Universidade da California - U.S.A.

TABELA 2

Nº lab.	Mineral	% K ²	Ar ⁴⁰ rad.	Ar ⁴⁰ atm.	Idade
SPK	Usado		(10 ⁻⁵ ccSTP/g)	(%)	(m.a.)
0583	Rocha Total	3,30	17,18	8,5	126 ± 5,1
0671	Rocha Total	2,06	11,10	7,5	131 ± 5,1
0636	Rocha Total	3,15	17,50	13,8	134 ± 5
0678	Rocha Total	3,15	17,50	14,0	135 ± 5
0639	Rocha Total	2,37	12,80	5,2	131 ± 5
0637	Rocha Total	1,85	9,90	10,5	131 ± 5
0684	Rocha Total	3,61	18,20	16,8	123 ± 5
0683	Rocha Total	2,29	10,20	16,5	109 ± 4
0685	Rocha Total	2,94	14,30	13,0	118, ± 4,7

* - média de pelo menos 2 determinações.

APÊNDICE

DESCRIÇÃO SUMÁRIA DAS AMOSTRAS ANALISADAS

- SPK-0543 - Gnaiss de injeção (migmatito) com composição de : quartzo, feldspato (oligoclásio e ortoclásio), biotita. Acessórios : monazita, apatita e magnetita. Localização : pedreira no km 438,2 da estrada São Paulo Caraguatatuba ;
- SPK-0576 - Granito anatótico, com composição de : quartzo, feldspato (microclínio, ortoclásio e oligoclásio), biotita. Acessórios : monazita, apatita e magnetita ;
- SPK-0577 - Granito migmatítico com composição de: quartzo, feldspato (microclínio, oligoclásio e ortoclásio) e biotita . Acessórios : apatita e magnetita. Localização : km 179,5 da estrada São Paulo - Caraguatatuba;
- 0565-SPK - Microclínio-gnaiss de composição : quartzo, microclínio, oligoclásio, ortoclásio e biotita. Acessórios : apatita, estauroлита, zirconita, magnetita e hornblenda. Facies do Anfibólito : subfacies estauroлита ;
- SPK-0583 - Diorito pórfiro com composição : fenocristais de andesina e pigeonita ; matriz microcristalina com : quartzo andesina e pigeonita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : km 192 da estrada São Paulo-Caraguatatuba
- SPK-0582 - Gnaiss facoidal com composição de : ortoclásio, microperítico, oligoclásio, microclínio, quartzo, biotita e hornblenda. Acessórios : apatita, monazita, magnetita e estauroлита. Facies do Anfibólito, subfacies da estauroлита. Localização : km 235 da estrada São Paulo-Ubatuba ;
- SPK-0614 - Hornblenda diorito com composição de : andesina, hornblenda e biotita. Acessórios : apatita, magnetita e zirconita. Localização : Costão da Ponta do Bonete - estrada Caraguatatuba-Ubatuba ;

- SPK-0689 - Hornblenda diorito com composição de : andesina, hornblenda e biotita. Acessórios : apatita, magnetita e zircônita. Mesma localização da anterior ;
- SPK-0671 - Basalto microfírico com composição de : fenocristais de pigeonita e labradorita ; matriz de labradorita microfírica e pigeonita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : Mesma da anterior.;
- SPK-0636 - Traquiandesito de composição : fenocristais de andesina e pigeonita ; matriz com oligoclásio, andesina e pigeonita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : mesma da anterior ;
- SPK-0678 - Traquiandesito da mesma composição e localização ;
- SPK-0617 - Monzonito de composição : ortoclásio micropertítico, hornblenda, oligoclásio, quartzo e biotita. Acessórios : magnetita e apatita. Localização : km 243 da estrada Caraguatatuba-Ubatuba ;
- SPK-0702 - Akerito de composição : ortoclásio micropertítico, oligoclásio, quartzo, augita, hornblenda e biotita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : km 245 da estrada Caraguatatuba-Ubatuba ;
- SPK-0618 - Granito gnaissico de composição : ortoclásio micropertítico, microclínio, quartzo, oligoclásio e biotita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : km 252 da estrada Caraguatatuba-Ubatuba ;
- SPK-0639 - Basalto microfírico de composição : ortoclásio micropertítico, quartzo, microclínio, oligoclásio e biotita. Acessórios : apatita e magnetita ;
- SPK-0703 - Akerito de composição : ortoclásio micropertítico, quartzo, oligoclásio, augita, hornblenda e biotita. Acessórios : apatita e magnetita. Localização : km 255 da estrada Caraguatatuba-Ubatuba ;

- SPK-0637 - Diabásio com composição : labradorita e pigeonita. Acessórios : magnetita e apatita ; ponta das Toninhas ;
- SPK-0641 - Leptinito de composição : quartzo, microclínio, oligoclásio, hornblenda, ortoclásio e biotita. Acessórios : granada, apatita, magnetita e monazita. Facies do Anfibolito, subfacies almandina ; Localização : Pedreira Camaroeiro, cidade de Caraguatatuba ;
- SPK-0701 - Leptito de composição : ortoclásio micropertítico, microclínio, quartzo, oligoclásio e biotita. Acessórios : monazita e magnetita. Localização : mesma da anterior ;
- SPK-0655 - Gnaiss facoidal de composição : ortoclásio micropertítico, microclínio, oligoclásio, quartzo, biotita e hornblenda. Acessórios : monazita, estauroлита, apatita, magnetita e zirconita. Facies do Anfibolito, subfacies estauroлита. Localização : mesma da anterior ;
- SPK-0645 - Gnaiss facoidal de composição : microclínio, quartzo, oligoclásio, biotita, sillimanita e granada. Acessórios : magnetita. Facies do Granulito ; km 233 Carag.-S. Sebastião ;
- SPK-0646 - Migmatito de composição : ortoclásio, quartzo, oligoclásio, biotita. Acessórios : granada, cianita e pirita. Localização : Pedreira da Petrobrás, km 229 de Caraguatatuba-São Sebastião ;
- SPK-0651 - Gnaiss facoidal de composição : ortoclásio micropertítico, quartzo, oligoclásio, microclínio, biotita e hornblenda. Acessórios : apatita, zirconita e magnetita. Localização : estrada da Cachoeira Água Branca - Ilha de São Sebastião ;
- SPK-0684 - Andesito pórfiro de composição : fenocristais de andesina e pigeonita; matriz holocristalina de oligoclásio, pigeonita e sanidina. Acessórios : zirconita, apatita, quartzo e ilmenita. Localização : Costão do Encantado, Ilha de São Sebastião ;

- SPK-0683 - Microdiorito de composição : fenocristais de andesina e pigeonita ; matriz holocristalina de andesina, pigeonita, sanidina e quartzo. Acessórios : apatita, magnetita e pirita. Localização : Água Branca, Ilha de São Sebastião ;
- SPK-0679 - Granito de composição : ortoclásio microperitítico, microclínio, quartzo, oligoclásio, muscovita e biotita . Acessórios : zirconita, apatita e magnetita. Localização : Morro do Guacá, estrada São Sebastião-Santos ;
- SPK-0677 - Migmatito de composição : quartzo, oligoclásio, biotita, Acessórios : apatita e monazita. Éo neossoma e localiza-se no mesmo local da anterior ;
- SPK-0697 - Migmatito de composição : quartzo, oligoclásio, e biotita. Acessórios : apatita, zirconita, monazita e magnetita. É o metassoma da anterior e localiza-se no morro do Toque-Toque, entre São Sebastião e Santos ;
- SPK-0685 - Diorito pórfiro de composição : fenocristais de andesina e pigeonita; matriz de quartzo, sanidina, andesina, pigeonita. Acessórios : magnetita, zirconita e apatita. Localização : Praia Preta, estrada de São Sebastião para Santos ;
- SPK-0613 - Migmatito de composição do neossoma : microclínio, oligoclásio, quartzo e muscovita; do paleossoma : quartzo e biotita. Localização : Pedreira Boracéia, estrada de São Sebastião para Santos.

BIBLIOGRAFIA

- Amaral, G., Cordani, U.G., Kawashita, K., and Reynolds, J.H. (1966) - Potassium-Argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil; *Geoch. et Cosm. Acta*, V.30, 159-189 ;
- Amaral, G., Bushee, J., Cordani, U.G., Kawashita, K., and Reynolds, J.H. (1967) - Potassium-Argon dates of Alkaline rocks from Southern Brazil; *Geoch. et Cosm. Acta*, V.31, 117 ;
- Brannock, W., and Berthold, S., (1949) - The determination of sodium and potassium in silicate rocks by flame photometer ; *U.S. Geol. Survey - Bull.* 992, 1-14 ;
- Cordani, U.G., (1968) - Esboço da geocronologia pré-cambriana da América do Sul ; *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 40 ;
- Damasceno, E., C., (1966) - Estudo preliminar dos diques de rochas básicas e ultrabásicas da região de Ubatuba, Estado de São Paulo; *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 38, nº 2 ;
- Erickson, G., P., and Kulp, J. L. (1961) - Potassium-Argon measurements on the Palisades sill, New Jersey; *Bull. Geol. Soc. Amer.* 72, 659-652 ;
- Ebert, H. (1962) - Baustil und Regionalmetamorphose in präkambrischen Grundgebirge Brasiliens ; *Tsch. Min. u. Petrog. Mitt.* 8, H. 1, 49-81, Wien. ;

Freitas, R. O. , (1947) - Geologia e Petrologia da Ilha de São
Sebastião; Bol. LXXXV da F.F.C.L. da Univ. S. Paulo,
Nº 3 ;

Leinz, V., Bartorelli, A., Isotta, C. A. L. (1968) - Contribui-
ção ao magmatismo basáltico mesozóico da Bacia do Pa-
raná ; Academia Brasileira de Ciências, 1968 ;

Melfi, A.J. (1966) - Potassium-Argon ages for core samples of ba-
saltic rocks from Southern Brazil ; Geoch. et Cosm.
Acta 1967, vol. 31, pp. 1079-1089 ;

McDougall, I., and Rugg, M. R. (1965) - Potassium-Argon dates on
the Serra Geral Formation; Geoch. et Cosm. Acta, ;

Reynolds, J. H. (1956) - High sensitivity mass spectrometer for
noble gas analyses ; Rev. Sci. Inst. 27, , 928-934 ;