

Extensão Geográfica do Vulcanismo Basáltico do Brasil Meridional*

B. MINIOLI, W. L. PONÇANO** e S. M. B. DE OLIVEIRA**

Departamento de Geologia Geral, Instituto de Geociências e Astronomia,
Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

(Com 2 figuras no texto)

Com o término o ciclo orogénico Brasileiro, no fim do Pré-Cambriano e início do Paleozóico, estabilizou-se a enorme região cratônica denominada Plataforma Brasileira (ATMEIDA, 1917). Essa região foi posteriormente afetada por manifestações magnéticas de caráter anorogénico, essencialmente ligadas a regiões de fraturas; vulcanismo essencialmente basáltico é assinalado em toda a extensão da plataforma, desde a Região Amazônica, até o Uruguai.

Algumas determinações de idades em rochas basálticas, que cortam sedimentos da Bacia Amazônica, situam-se no Eomesozóico (PRIEM ET AL., 1966). Outras, na Bacia do Maranhão, resultaram do Cretáceo inferior (CORDANI, 1968). Na Bacia do Paraná, onde já são disponíveis cerca de uma centena de determinações de idade (AMARAL ET AL., 1966; McDUGALL e RUEGG, 1966; MELFI, 1967), as manifestações vulcânicas atingiram seu ponto culminante entre 115 a 130 milhões de anos, com o extravasamento de centenas de milhares de quilômetros cúbicos de material basáltico, através de enormes fendas de tensão. Nesta Bacia delimita-se uma área de cerca de 1.200.000 km² como tendo sido atingida pelo vulcanismo basáltico (MAACK, 1952).

O objetivo do presente trabalho é a verificação da extensão do vulcanismo ocorrido no Cretáceo inferior, além dos limites determinados pela área de derrames basálticos da Bacia do Paraná. As amostras para este trabalho foram obtidas de rochas de diques ou de áreas isoladas de derrames basálticos, e localizam-se desde a região do maciço Brasil Central, até a zona costeira atlântica.

* * *

O trabalho no *Centro de Pesquisas Geocronológicas* recebe auxílios financeiros do *Conselho Nacional de Pesquisas* e da *Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo*. O *Conselho Nacional de Pesquisas*, além disso, concedeu bolsa de iniciação científica para dois autores (WLP e SMBO).

Queremos agradecer aos senhores UMBERTO G. CORDANI e KOJI KAWASHITA, cuja orientação e esclarecimentos permitiram a confecção deste trabalho. Tais agradecimentos se estendem também aos SENHORES CLÁUDIO COMEBLATTI e MÁRIO B. F. PAQUOLA, técnicos que muito auxiliaram na parte referente às análises de laboratório e separação de minerais e rocha total, respectivamente.

MÉTODOS EXPERIMENTAIS

SELEÇÃO DE AMOSTRAS — Seções delgadas de todas as amostras foram estudadas cui-

* Recebido em 24 de novembro de 1970; credenciado por UMBERTO G. CORDANI.

** Bolsista de iniciação à pesquisa do *Conselho Nacional de Pesquisas*.

dadosamente, tendo sido excluídas as que apresentassem mais de 10% de produto de alteração. Essa alteração é em pequena parte intempérica e, principalmente, deutérica. A alteração deutérica, devendo ter sido essencialmente contemporânea do vulcanismo, não teria efeito apreciável nas idades obtidas. Foram excluídas amostras com alto conteúdo em vidro (mais de 20%), uma vez que SCHAEFFER ET AL (1961) demonstraram que o vidro, especialmente quando divitrificado, pode sofrer elevada perda de argônio. A maioria das análises foi feita em rocha total; apenas três foram efetuadas em feldspato, e uma em biotita. A validade do método em rocha total foi demonstrada por ERICKSON e KULP (1961) e, mais recentemente, por McDUGALL (1963) e por AMARAL ET AL (1966).

TABELA I
Sistemas C e D

Amostra Padrão	Spike n.º (Traçador)	Ar ⁴⁰ rud.* (10 ⁻⁸ moles/g)	Ar ⁴⁰ (SP)** (10 ⁻⁸ moles/g)
P-207 (1.º)	C — 91	1,260	1,258
P-207 (2.º)	C — 342	1,260	1,309
GA-49 (20.º)	C — 418	5,87	5,817
B-3203 (4.º)	C — 218	17,30	16,73
P-207 (3.º)	D — 288	1,260	1,264
P-207 (8.º)	D — 304	1,260	1,252
P-207 (12.º)	D — 325	1,260	1,230
P-207 (15.º)	D — 320	1,260	1,300
P-207 (20.º)	D — 352	1,260	1,271

P-207 — Muscovita padrão, U.S. Geol. Survey (MARVIN A. LAMPHIER e G. BRENT DALRYMPLE — 1967 — média de resultados obtidos em 24 laboratórios);

GA-49 — Biotita padrão, Australian National University, EVERANDES e RICHARDS — 1962 — Jour. Geol. Soc. Aust., 9, pp. 1-50;

B-3203 — Biotita padrão, Massachusetts Institute of Technology (10.º Annual Prog. Report for 1962).

* Valores médios, a partir de análises efetuadas em diversos laboratórios.

** Valores obtidos em análises individuais no CPG, empregando-se as constantes adotadas para os sistemas de traçadores C e D.

ANÁLISES DE POTÁSSIO — As determinações do teor de potássio das amostras foram feitas por fotometria de chama, tendo-se usado fo-

tômetro de chama BAIRD-ATOMIC, com padrão interno de lítio. O procedimento químico é o essencialmente descrito por BRANNOCK e BERTHOLD (1949). O erro máximo na determinação de potássio (teor de K) é da ordem de 1%.

ANÁLISES DE ARGÔNIO — As amostras foram fundidas por intermédio de forno de indução, em sistema de ultra-alto vácuo, tendo-se usado fornos de Cu-CuO e Ti para a purificação dos gases. Ao gás obtido foi adicionado um traçador de argônio 38 puro. As alíquotas de traçadores são preparadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas, em grupos de 400 unidades, sendo o método descrito por REYNOLDS e SPIRA (1966). Os gases foram analisados em espectrômetro de massa tipo Reynolds (REYNOLDS, 1956). No presente trabalho de análises foram utilizados traçadores de argônio 38 preparados em Berkeley (sistema A) e no Centro de Pesquisas Geocronológicas da USP (sistemas B, C, e D). A validade dos resultados obtidos com o sistema A foi demonstrada por AMARAL ET AL (1966). MELFI (1967) mostrou que a precisão obtida com os traçadores do sistema B, preparados no C.P.G., é também satisfatória. Para os traçadores dos sistemas C e D a TABELA I mostra a precisão que pode ser esperada mediante seu uso. Nesta tabela são comparados os valores obtidos empregando-se as constantes adotadas em cada um dos sistemas, com os valores indicados pelos laboratórios originais. Verifica-se que pode ser esperado que os resultados obtidos em São Paulo, para o sistema C, concordem dentro de 2,2%, com os valores de outros laboratórios. Concordância algo melhor (ao redor de 1,5%) pode ser esperada para os resultados obtidos mediante o emprego do sistema D. De qualquer modo, os erros totais estimados em cada análise constam da TABELA II.

As constantes empregadas nos cálculos foram:

$$\lambda_{\text{total}} = 0.530 \times 10^{-9} \text{ por ano;}$$

$$\lambda_K = 0.585 \times 10^{-10} \text{ por ano;}$$

$$\% \text{ atom. de K}^{40} \text{ em K}^{\text{total}} = 0.0119.$$

TABELA II
Localização e Idades das Rochas Analisadas

N.º SPK	ROCHA	MINERAL	LOCALIZAÇÃO	% K	Ar ⁴⁰ rad (10 ⁻⁷ cc STP/g)	Ar ⁴⁰ atm (%)	IDADE (10 ⁶ m.a.)
0127	Basalto	RT	Tapirapuã - MT	0,412	21,4	41,6	125,7 ± 3,8
0129	Basalto	RT	Tapirapuã - MT	0,567	26,7	27,7	112,3 ± 3,4
0266	Diabásio	RT	Rio Araguaia - GO	0,501	35,1	23,2	168,0 ± 5,0
0355	Basalto	RT	Nogoyá-Argentina	0,630	35,5	16,4	141,7 ± 5,7
0356	Basalto	RT	Nogoyá-Argentina	1,360	69,4	13,4	123,7 ± 4,9
0358	Basalto	RT	Nogoyá-Argentina	1,217	58,9	12,7	117,4 ± 4,7
0365	Basalto	RT	Uberlândia - MG	0,771	29,70	13,3	94,2 ± 3,8
0583	Diorito P.	RT	Km 102 SP-Ubatuba	3,297	171,78	8,5	126,4 ± 5,1
0636	Traq. And.	RT	Ponta Bonete - SP	3,1551	175,34	13,8	134,4 ± 5,4
0678	Traq. And.	RT	Ponta Bonete - SP	3,1551	750,80	14,0	134,7 ± 5,4
0637	Diabásio	RT	Km 257 - SP-Ubatuba	1,848	99,41	10,5	130,0 ± 5,2
0639	Basalto	RT	Km 245 - SP-Ubatuba	2,367	127,99	5,2	131,0 ± 5,2
0671	Basalto	RT	Ponta Bonete - SP	2,059	111,314	7,5	130,9 ± 5,2
0682	Diorito	RT	Cach. Água Branca-SP	2,287	102,395	16,5	109,0 ± 4,4
0684	And. Pórf.	RT	Barra Velha - SP	3,608	182,27	18,6	122,6 ± 4,9
0685	Dior. Pórf.	RT	Praia Preta - SP	2,939	142,74	13,0	118,0 ± 4,7
0777	Diabásio	RT	São Paulo - SP	1,079	60,287	9,3	135,1 ± 5,4
0793	Basalto	RT	Camp. Jord. - SP	2,135	97,73	9,5	111,4 ± 4,5
0801	Mic. Kent.	BTOT.	Camp. Jord. - SP	6,812	320,98	29,3	114,6 ± 4,6
0802	Kentaleu.	RT	Camp. Jord. - SP	0,695	35,80	32,4	125,0 ± 1,3
0835	Diorito	RT	BR-116 (Pte.Taq.)	3,075	163,15	20,9	128,4 ± 5,1
0882	Dior. Por.	K-Fel	BR-116 km 327	2,382	152,41	27,3	156,2 ± 6,2
0888	Diabásio	Plag.	Antonina - Pr	1,486	65,135	32,8	153,9 ± 6,2
1039	Basalto	RT	Carmo - RJ	1,657	94,21	4,3	137,3 ± 4,1
1042	Basalto	RT	Fm Arapey - Urug.	1,142	59,391	25,8	126,0 ± 3,8
1048	Basalto	Na-Fel	Carmo - RJ	2,832	150,92	3,8	129,1 ± 3,9
1052	Basalto	RT	Fm Arapey - Urug.	3,787	197,38	7,3	126,3 ± 3,8
1053	Basalto	RT	Fm Arapey - Urug.	0,275	24,394	37,1	210,6 ± 6,3
1054	Basalto	RT	Fm Arapey - Urug.	0,415	22,216	24,0	120,6 ± 3,6
1142	Basalto	RT	Goia Velho - GO	1,32	62,8	3,8	115,6 ± 4,0
1226	Basalto	RT	Tangará - SC	0,6915	34,7	28,7	121,8 ± 6,0
1283	Basalto	RT	Tangará - SC	0,6486	32,7	58,0	122,4 ± 7,3
1560	Basalto	RT	Água Fria - MT	1,278	80,5	39,8	151,6 ± 9,2
1561	Basalto	RT	Amorinópolis - GO	0,9018	28,9	39,8	78,7 ± 5,0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização das amostras é dada pela figura 1. Os resultados analíticos são apresentados na TABELA I.

O histograma de distribuição das idades (fig. 2) mostra um agrupamento entre 120 e 135 m.a. incidindo, pois, no Cretáceo inferior, em boa concordância com o já observado por CREER ET AL (1965), AMARAL ET AL (1966), McDOUGALL E RUEGG (1966), VANDOROS ET AL (1966) e MELFI (1967). O total de amostras que foram datadas para este trabalho atinge a 30, sendo que mais da metade se situa no intervalo acima referido.

Estas determinações confirmam suspeitas de que o vulcanismo basáltico mesozóico

tenha afetado área muito mais extensa que a dos limites atuais da Bacia do Paraná. Os dados analíticos aqui apresentados, quando acrescidos aos obtidos por CORDANI (1968) em relação à Bacia do Maranhão e à região do Nordeste brasileiro, sugerem que os eventos vulcânicos, ocorridos no Cretáceo inferior, sejam realmente de escala continental, tendo afetado pelo menos toda a parte oriental da Plataforma Brasileira.

Algumas datações isoladas mostraram-se mais antigas, situando o início do vulcanismo no Jurássico médio. A amostra SPK-1053 apresenta o resultado mais antigo verificado até o momento, para rochas relacionáveis ao vulcanismo da Bacia do Paraná, sendo comparada a determinações limites feitas por

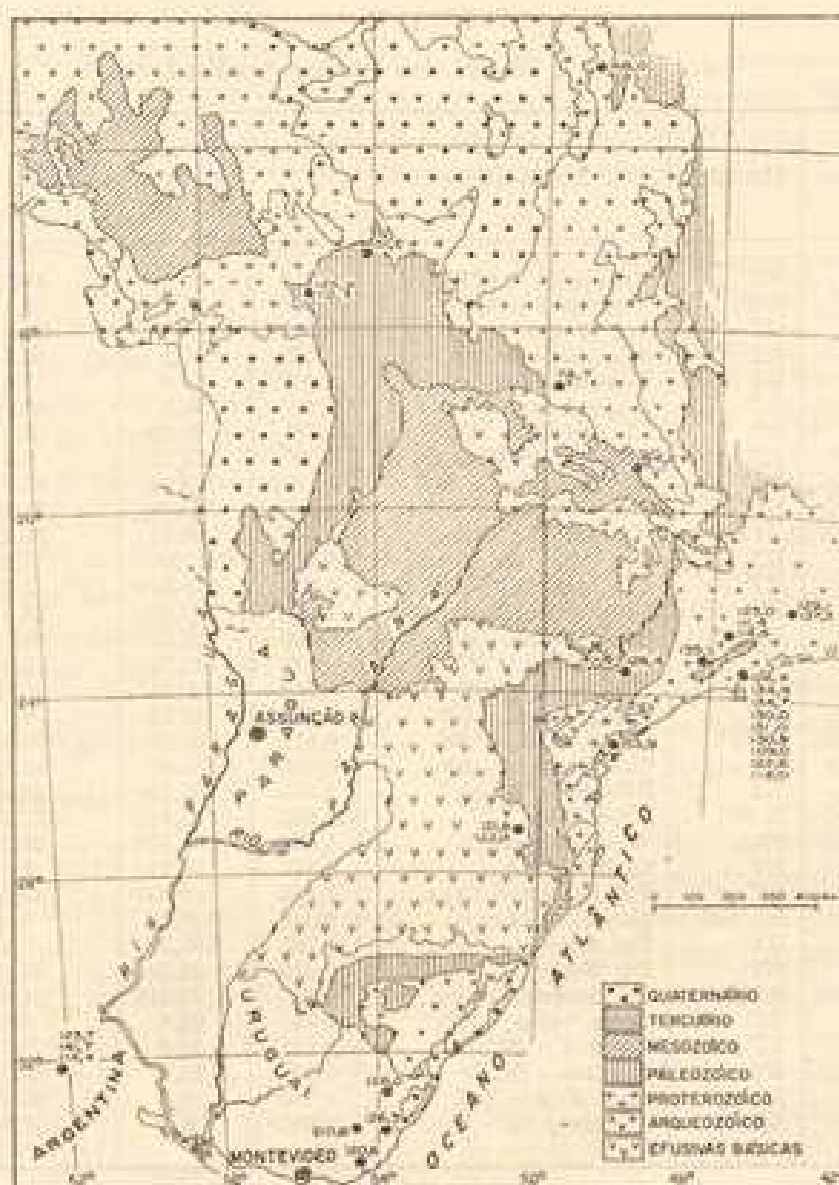


Fig. 1 - Mapa geológico de localização das amostras.

McDOUGALL, na África, em 1963. Esta amostra não teve suas análises repetidas, não se excluindo a possibilidade de ocorrência de erros experimentais.

MELFI (1967) estudou a possibilidade da existência de um zoneamento de idades nos basaltos da Bacia do Paraná, mostrando que há uma certa tendência de aumento de idades de leste para oeste. Analisando-se as idades obtidas para basaltos de toda a América do Sul, sugere-se que o vulcanismo tenha se processado de norte ou noroeste, para sul ou sudeste. Estudos mais pormenorizados poderão indicar a região de início do vulcanismo

e seu desenvolvimento espacial. A insuficiência de dados obtidos até agora deixa a questão em aberto.

As amostras SPK-355, SPK-356 e SPK-358, obtidas em diferentes profundidades de um mesmo furo de sondagem, em Nogoyá, Argentina, sugerem a existência de dois ciclos efusivos neste local, já que a diferença de idades da primeira amostra para as duas últimas é da ordem de 20 m.a. e não pode, pois, ser atribuída a erros experimentais. Outros autores (LEINZ ET AL., 1968) sugeriram a possibilidade de duas fases vulcânicas distintas para a região meridional da Bacia do Paraná.

De qualquer maneira, o vulcanismo basáltico que, no Cretáceo inferior afetou a Bacia do Paraná, estende-se muito além dos limites desta Bacia, ligando-se, praticamente, através dos diques do Planalto Brasil Central, com o vulcanismo que ocorre nas Bacias do Ma-

ranhão e do Amazonas. Tal correlação dá origem ao que possivelmente é um grande ciclo vulcânico, indubitavelmente ligado a processos infracrustais de escala continental, de caráter essencialmente anorogênico e com continuidade temporal na Era Mesozóica.

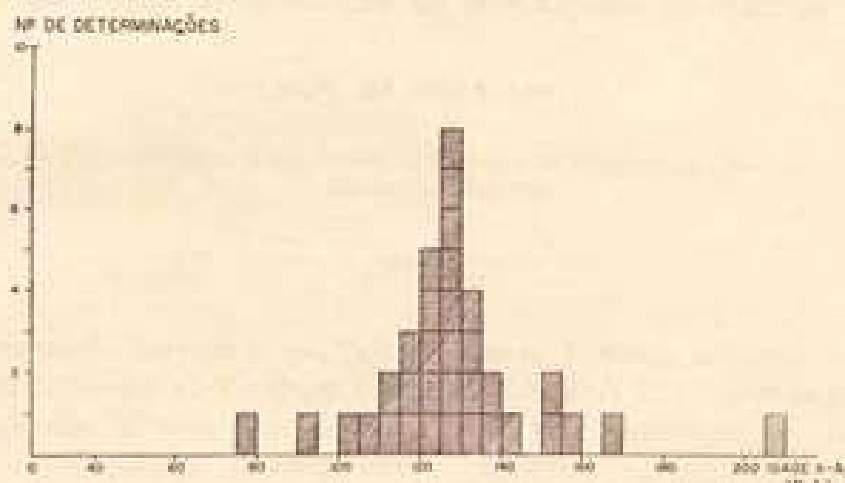


Fig. 2 - Histograma das várias idades obtidas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M., (1967), Origem e Evolução da Plataforma Brasileira, *Bol. Div. Geol. Miner., Dept. Nat. Prod. Miner., Bol.* 241.
- AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWAMITA, K. AND REYNOLDS, J.H., (1966), Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil, *Geoch. et Cosm. Acta*, 30, pp. 159-189.
- BRANNOCK, W. AND BEITHOLD, S., (1949), The determination of Sodium and Potassium in silicate rocks by flame photometer, *U.S. Geol. Survey, Bull.*, 992, pp. 1-14.
- CORDANI, U.G., (1968), Idade do vulcanismo no Oceano Atlântico Sul. *Tese apresentada ao Concurso de Doutorado da Cátedra de Petrologia da Fac. Fil., Ciências e Letras da USP.*
- ERICKSON, G.P. AND KULP, J.L., (1961), Potassium-Argon measurements on the Palisades sill, New Jersey, *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 72, pp. 652-659.
- LEINZ, V., BARTHRELLI, A., ISOTTA, C.A.L., (1968), Contribuição ao magnetismo basáltico mesozóico da Bacia do Paraná, *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, 40, (Suplem.).
- MAACK, R., (1952), Die Entwicklung der Gondwana-Schichten Südbrasilens und ihre Beziehungen zur Karoo-Formation Südafrikas; *Symposium sur les Séries de Gondwana*, pp. 339-372. *Int. Geo. Cong.* 19th, Algeria, 1952.
- MCDUGALL, I., (1966), Potassium-argon age measurements on dolerites from Antarctica and South Africa; *J. Geophys. Res.* 68, 1535-1545.
- MCDUGALL, I. AND RUDG, N.R. (1966), Potassium-argon dates of the Serra Geral Formation of South America, *Geoch. et Cosm. Acta*, 30, pp. 191-195.
- MIELT, A.J., (1967), Potassium-argon ages for core samples of basaltic rocks from Southern Brazil, *Geoch. et Cosm. Acta*, 31, pp. 1079-1089.
- PRIEM, H.N.A., HERBERA, E.H., BOELHJX, N.A.I.M. AND VERSCHURE, R.H., (1966), Isotopic age determination on Surinam rocks, *Geol. Mijnbouw*, 44e, pp. 16-19.
- REYNOLDS, J.H., (1956), High sensitivity mass spectrometer for noble gas analyses, *Rev. Sci. Inst.*, 27, pp. 928-934.
- REYNOLDS, J.H. AND SPILL, R., (1966), Individual tracers for isotope dilution analyses of rare gases, *Nuclear Inst. and Meth.*, 42, 225-228.