

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA

**ANAIS
Do
XXVIII CONGRESSO**

VOLUME 6



Porto Alegre, RS – Outubro 1974

IDADES RADIOMÉTRICAS DAS ROCHAS ALCALINAS DO SUL DA BAHIA

UMBERTO G. CORDANI*, MICHEL BERNAT**, WILSON TEIXEIRA***
HIDEO KINOSHITA***

ABSTRACT

A geochronological study, by K/Ar (conventional), Rb/Sr and Ar^{39}/Ar^{40} methods, was made in the alkaline rocks from southern Bahia state. The alkaline massives are intrusive in the older granulites of the Jequié Complex, and located near the Itapebi and Rio Colônia fault zones.

A Rb/Sr isochron plot of 4 samples exhibited an important isotopic homogenisation event, associated with the formation of the Itaju do Colônia alkalic rocks, at about 675 ± 25 m.y. Some analitic points plotted in the same isochron diagram from other massives of the region, suggest a synchronism for the formation of the alkaline rocks.

Thermal events, occurred after the formation of the rocks, and probably associated with movements on the faulting zones, are indicated by discordant radiometric ages for the same occurrence, or for different minerals of the same rock. The apparent younger ages, mainly by the K/Ar method, are down to about 400 m.y.

RESUMO

Estudo geocronológico, pelos métodos Rb/Sr, K/Ar convencional e Ar^{39}/Ar^{40} , foi efetuado em rochas alcalinas da região sul do Estado da Bahia, a fim de esclarecer a sua evolução geológica. Os maciços alcalinos estudados são intrusivos nas rochas granulíticas antigas do Complexo de Jequié, e situam-se nas proximidades dos grandes falhamentos de Itapebi e do Rio Colônia.

Uma isócrona Rb/Sr em rocha total obtida para 4 amostras do maciço de Itaju de Colônia indica idade de 625 ± 25 m.a. para o evento principal de homogeneização isotópica, que deve corresponder à época de formação do maciço.

Idades radiométricas discordantes para rochas da mesma ocorrência, ou para minerais diferentes da mesma rocha, indicam a existência de eventos térmicos posteriores à formação dos materiais, e associados provavelmente a movimentos das grandes zonas de falhamento. As idades aparentes mais jovens obtidas são da ordem de 400 m.a.

Alguns resultados K/Ar anteriores a 670 m.a. de significação ainda incerta, foram obtidos em minerais tais como anfibólios ou sodalitas.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho, desenvolvido no Centro de Pesquisas Geocronológicas de São Paulo, apresenta os dados radiométricos disponíveis para os maciços alcalinos intrusivos da região sul do Estado da Bahia.

São apresentados os resultados obtidos pelos métodos Rb/Sr, K/Ar convencional e Ar^{39}/Ar^{40} , os quais foram utilizados em várias amostras, visando obter a interpretação mais completa possível sobre a evolução geológica das rochas alcalinas.

Este trabalho foi possibilitado por subsídios (auxílios e bolsas) concedidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. Um dos autores é bolsista de pós-graduação (Hideo Kinoshita), e outro de iniciação científica (Wilson Teixeira). Os trabalhos de campo foram subvencionados por auxílio concedido para U. G. Cordani. Os autores agradecem aos pesquisadores K. Kawashita, M. Berenholc e C. Cingolani pela ajuda prestada nos trabalhos analíticos, e ao geólogo V. A. V. Girardi pelo auxílio durante o estudo petrográfico das amostras.

*IG/USP
**ORSTOM
***Bolsista/FAPESP

METODOLOGIA

As técnicas relativas ao método K/Ar, utilizado no Centro de Pesquisas Geocronológicas para a datação de rochas alcalinas, bem como sua validade e precisão, foram objeto de discussão por Amaral *et alii* (1967). Neste trabalho são incluídas e reinterpretadas algumas determinações obtidas anteriormente, no mesmo laboratório, por Cordani *et alii* (1968).

Das 13 amostras obtidas por este método, 6 foram efetuadas em biotita, duas em anfibólio, duas em rocha total, duas em sodalita, e uma em microclínio. Os resultados encontram-se na Tabela 1. As constantes empregadas foram:

$$\lambda_{\beta} = 0,530 \times 10^{-9}/\text{Ano} \quad \lambda_{\epsilon} = 0,585 \times 10^{-10}/\text{Ano}$$

$$\% \text{ atom. K}^{40} \text{ em K}_{\text{total}} = 1,19 \times 10^{-2}$$

TABELA 1
Resultados K/Ar Dados Analíticos

AMOSTRA	ROCHA	MINERAL	N.º LAB.	% K	Ar ⁴⁰ rad. (ccSTP/g x 10 ⁻⁶)	% Ar ⁴⁰ atm.	IDADE (m.a.)
IL-26	Sienito	Biotita	2742	7,98	219,79	8,49	668 ± 36
ITAR-1	Sienito	Biotita	2730	6,76	190,3	4,27	520 ± 28
ITAR-1	Sienito	Microclínio	2810	4,95	123,34	2,88	533 ± 21
SCV-43	Traquito	R.T.	2858	4,89	79,84	5,24	370 ± 9
			2941	4,91	76,87	1,42	356 ± 7
BA-69-17F	veio sod.	Sod. branca	2487	0,525	18,57	14,4	727 ± 11
BA-69-17G	veio sod.	Sod. branca	2489	0,1660	09,94	68,5	517 ± 46
G-4-8-7	Traquito	R.T.	1836	4,46	02,1	2,09	460 ± 10
IT-5	Sienito	Biotita	762	7,70	198,8	10,1	556 ± 20
ITAR-23	Sienito	Biotita	2628	7,64	162,1	4,4	469 ± 14
POTIG-1	Sienito	Biotita	1562	6,94	131,6	10,4	424 ± 35
POTIG-3	Sienito	Anfibólio	1049	1,908	72,7	1,75	765 ± 40
S-70-A	Sienito	Biotita	1563	7,59	139,0	16,6	411 ± 35
S-88-A	Sienito	Anfibólio	1046	1,030	39,1	5,1	766 ± 40

As análises Rb/Sr que constam deste trabalho foram obtidas por um dos autores (UGC) no Centre Belge de Geochronologie, de Bruxelas, utilizando espectrômetro de massa Varian - Atlas, tipo CH4. Os teores de Rb total e Sr total foram verificados também por fluorescência de Raios X, no Centro de Pesquisas Geocronológicas, com resultados concordantes.

As constantes empregadas nos cálculos foram:

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1,47 \times 10^{-11}/\text{Ano} \quad \text{Rb}^{85}/\text{Rb}^{87} = 2,59$$

$$\text{Sr}^{86}/\text{Sr}^{88} = 0,1194$$

Os dados analíticos Rb/Sr, encontram-se na Tabela 2. Para o cálculo das idades convencionais referidas, foi escolhido o valor $(\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86})_i = 0,705$.

O método Ar³⁹/Ar⁴⁰, utilizado em 17 amostras do presente trabalho, baseia-se na reação K³⁹ (n,p) Ar³⁹, que ocorre quando se irradia uma amostra com neutrons, e na medida de razão Ar⁴⁰/Ar³⁹, obtida por espectrometria de massa, como no método convencional. Sua vantagem principal consiste no fato de analisar simultaneamente, na mesma fração, K e Ar.

Para o método Ar^{39}/Ar^{40} , foram desenvolvidas as seguintes etapas:

a) Irradiação da amostra juntamente com padrão de idade conhecida. Esta operação foi realizada no Instituto de Energia Atômica em São Paulo.

TABELA 2
Resultados Rb/Sr em Rocha Total. Dados Analíticos

AMOSTRA	ROCHA	Rb (ppm)	Sr (ppm)	Sr^{87}/Sr^{86}	Rb^{87}/Sr^{86}	IDADE CONV. (m.a.)
BA-69-17A	Sienito	261	10,47	1,436	72,7	680
BA-69-17B	Sienito	348	18,50	1,256	54,1	690
BA-69-17C	Sienito	337	15,29	1,311	63,3	650
BA-69-17F	veio de sodalita	15,56	28,7	0,727	1,56	—
G-H-8-7	Traquito	153,1	69,5	0,763	6,38	610
ITC-29	Sienito	473	188,3	0,776	7,26	660

b) Fusão da amostra irradiada para liberação do gás, em linha de ultra-alto-vácuo.

c) Análise por espectrometria de massa.

d) Cálculos de idade, com correções baseadas nas medidas do Ar^{37} produzido.

Na Tabela 3 apresentam-se os resultados obtidos, e na Tabela 4, uma comparação entre os métodos Ar^{39}/Ar^{40} e K/Ar convencional, para os casos em que as mesmas amostras foram submetidas à análise por ambos.

TABELA 3
Idades Ar^{40}/Ar^{40} , por Fusão Total das Amostras

AMOSTRA	ROCHA	MINERAL	N.º LAB.	IDADE (m.a.)
POTIG-3	Sienito	Anfibólio	SPAR 25	591 ± 32
POTIG-3	Sienito	Anfibólio	SPAR 18	555 ± 22
FTAR-1	Sienito	Feldspato	SPAR 26	572 ± 29
S-88-A	Sienito	Anfibólio	SPAR 19	651 ± 28
POTIG-1 (V)	Sienito	Biotita	SPAR 23	418 ± 18
ITAR-2,3	Sienito	Biotita	SPAR 29	446 ± 85
ITAR, 2,3	Sienito	Biotita	SPAR 30	472 ± 52
GH-8-7	Traquito	R.T.	SPAR 27	569 ± 24
BA-69-17C	Sienito	Feldspato	SPAR 1	494 ± 17
BA-69-17C	Sienito	Sodalito	SPAR 3	440 ± 16
BA-69-17C	Sienito	Biotita	SPAR 4	560 ± 19
BA-69-17F	veio Sod.	Sod. branca	SPAR 2	760 ± 29
BA-69-17D	Sienito	Sodalita	SPAR 9	479 ± 51
BA-69-17D	Sienito	Biotita	SPAR 10	577 ± 20
BA-69-17D	Sienito	Feldspato	SPAR 11	522 ± 18
BA-69-17D	Sienito	Feldspato	SPAR 12	508 ± 18

DADOS GEOLÓGICOS

Na região Sul da Bahia, além dos sedimentos das bacias costeiras e das coberturas recentes que revestem os tabuleiros próximos do litoral, pode-se distinguir três unidades características (Fig. 1):

- a) Complexo de Jequié, formado essencialmente por granulitos antigos.
- b) Metassedimentos do Grupo Rio Pardo (Ciclo Brasileiro).
- c) Rochas graníticas e gnáissicas, formadas ou rejuvenescidas no Ciclo Brasileiro.

O Complexo de Jequié integra região estável no Ciclo Brasileiro, denominado *Craton de Salvador*, por Cordani (1973). As rochas alcalinas constituem maciços intrusivos no Complexo Jequié. Apenas um deles, o de Itarantim, é intrusivo nas rochas graníticas e gnáissicas que ocorrem na parte meridional.

TABELA 4

Comparação Entre os Resultados Obtidos Pelos Métodos $\text{Ar}^{39}/\text{Ar}^{40}$ e K/Ar Convencional

AMOSTRA	ROCHA	MATERIAL	IDADE $\text{Ar}^{40}/\text{Ar}^{39}$	IDADE K/Ar CONV.
POTIG-1	Sienito	Biotita	418 ± 18	424 ± 35
ITAR-2,3	Sienito	Biotita	446 ± 85	469 ± 14
			472 ± 52	
ITAR-1	Sienito	Biotita	518 ± 21	520 ± 28
		Feldspato	572 ± 29	533 ± 21
GH-8-7	Traquito	R.T.	569 ± 24	460 ± 10
S-88-A	Sienito	Anfibólio	651 ± 28	766 ± 40
POTIF-3	Sienito	Anfibólio	591 ± 32	765 ± 40
			555 ± 22	
BA-69-17F	veio Sod.	Sod. branca	760 ± 29	727 ± 11

Toda a região apresenta extensos lineamentos retilíneos, em muitos casos concordantes com as direções estruturais, que foram interpretados como grandes zonas de falhamentos. Os principais estão representados na Figura 1. Especialmente importante é o que passa próximo às localidades de Poções, Itapetinga, Potiraguá, Itapebi e Itagimirim, que constitui o limite SW da área granulítica. Esta zona tectônica foi denominada *Falhamento de Itapebi*, por Cordani (1973).

Os principais maciços são os de Santa Cruz da Vitória, Potiraguá, Itabuna, Itaju do Colônia e Itarantim. Corpos intrusivos menores, tais como diques e chaminés, foram observados em algumas localidades da região.

As rochas magmáticas alcalinas apresentam-se dispersas, mas com seus afloramentos sugerindo alinhamento na direção NE-SW; além disso concentram-se nas proximidades do Rio Pardo. São maciços de natureza sienítica insaturada, em cuja mineralogia ocorrem nefelina e sodalita. Aparecem vários tipos petrográficos, com grandes mudanças em mineralogia e textura (nefelina-sienitos, sodalita-sienitos, tinguaítos, traquitos, quartzo-sienitos, e outros).

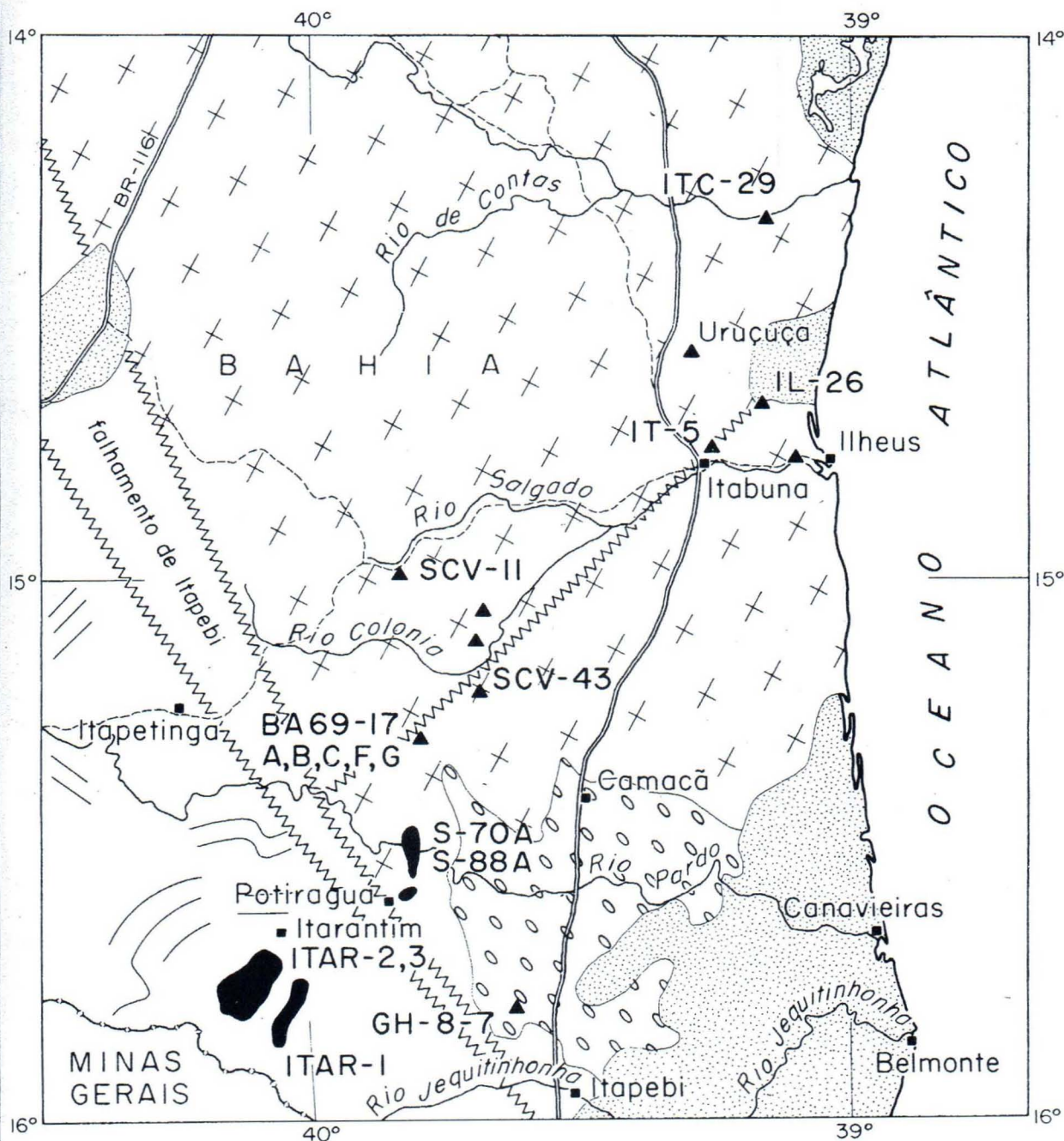
RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas amostras analisadas pelo método Rb/Sr foram utilizados para confecção de um diagrama isocrônico (Fig. 2), que demonstra importante evento de homogeneização isotópica, ocorrido há 655 ± 25 m. a. Quatro das amostras analisadas são seguramente cogenéticas, pertencendo ao maciço de Itaju do Colônia. As duas outras, relativas a pequenos corpos intrusivos no embasamentos, possuem pontos analíticos que situam-se praticamente sobre a isócrona traçada devendo ser sincrônicas.

Com relação aos dados K/Ar, o conjunto mostra-se heterogêneo, com resultados entre 360 e 765 m. a..

O traquito SCV-43 apresentou as idades radiométricas mais novas. Os resultados são analiticamente válidos, tendo em vista a boa concordância das duas medidas efetuadas. Na análise petrográfica, esta amostra acusou alteração hidrotermal, evidenciada pela sericitização dos felds-

MAPA GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO

COBERTURAS
SEDIMENTARES0 20 30 40
kmROCHAS FORMADAS OU REATIVADAS
NO CICLO OROGÊNICO BRASILEIRO

Metassedimentos do Grupo Rio Pardo



Rochas graníticas



Zonas de falhamento principais

COMPLEXO GRANULÍTICO
DE JEQUIÉGranulitos e rochas as
sociadas

Máçios alcalinos

Ocorrências alcalinas-
menores

patos, bem como pela presença de carbonato secundário. Acreditamos que este fato tenha sido o responsável pelo abaixamento da idade aparente.

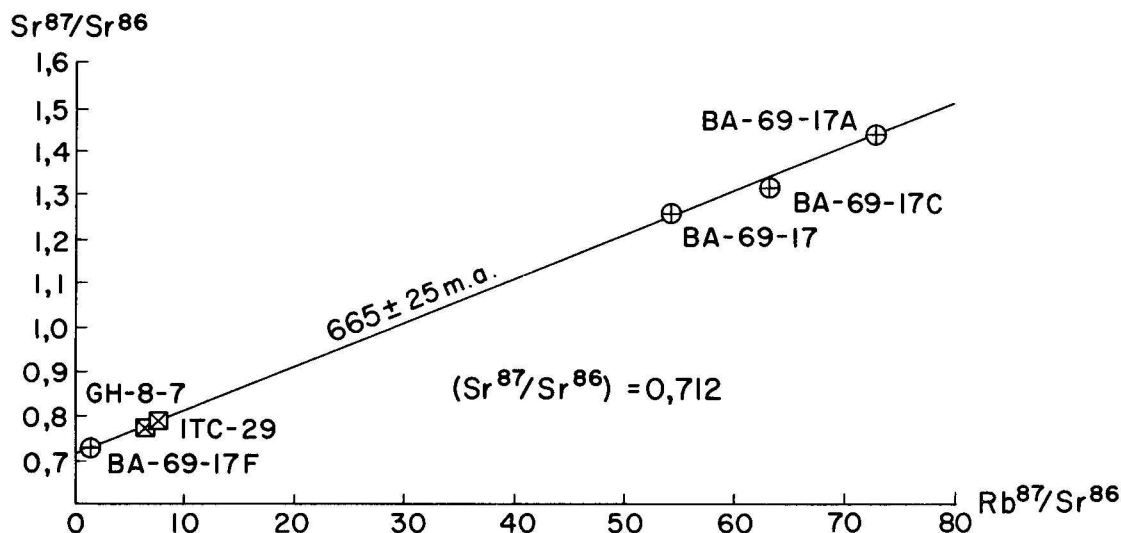


Fig. 2 - Isócranas de referência das rochas graníticas do Nordeste.

Os demais resultados K/Ar devem ser relacionados com etapas de resfriamento regional. É interessante observar os valores discordantes obtidos pelos 2 métodos na rocha total GH-8-7 (Rb/Sr com 610 m. a. e K/Ar com 460 m. a.); isto mostra que o argônio é perdido pelo sistema (em temperaturas superiores aos limites de retentividade pelos diversos minerais), enquanto que o estrôncio pode sofrer redistribuição entre as diversas fases, mas é retido na rocha total. Outro dado interessante é a constatação de diferentes graus de retentividade para argônio em variedades do mesmo mineral (sodalita branca com idade aparente maior do que sodalita cinzenta da mesma localidade). As idades obtidas pelo método $\text{Ar}^{39}/\text{Ar}^{40}$, de modo geral mostram-se concordantes com as obtidas pelo método convencional (Tab. 4).

Devem ser observados os resultados dos anfibólios S-88-A e POTIG-3, que apresentaram grande discordância entre os resultados nos 2 métodos de datação. Em nossa opinião, merecem maior confiança os resultados obtidos pelo método $\text{Ar}^{39}/\text{Ar}^{40}$. No caso dos anfibólios, que possuem pequena porcentagem de K, as medidas de Ar e K em alíquotas separadas podem tornar o método convencional menos preciso, ou mais sujeito a erros ocasionais, que explicariam os resultados anômalos encontrados.

Os resultados concordantes encontrados para a sodalita branca, por métodos diferentes, parecem confirmar a existência de excesso de argônio, que explicaria as idades aparentes em torno de 730 m. a.

Os resultados encontrados pelo método $\text{Ar}^{39}/\text{Ar}^{40}$ nos diversos minerais do sienito Ba-69-17, mostram-se interessantes. Pode-se notar que as datações em feldspatos acusam idades um pouco mais novas que as obtidas em biotitas da mesma rocha. Pode-se estabelecer uma seqüência de resultados em relação aos minerais datados, do seguinte modo: anfibólios, moscovitas, biotitas e feldspatos. Os primeiros teriam idades aparentes mais próximas do evento formador das rochas, e os últimos teriam sido afetados de modo mais pronunciado por perdas de argônio, em eventos posteriores.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos até o momento sugerem a idade de cerca de 670 m. a. para importante homogeneização isotópica, aqui interpretada como a própria época de formação dos maciços sieníticos. Tal evento, corresponde, aproximadamente, à fase principal do Ciclo Brasileiro. Cabe

notar, entretanto, que os fenômenos magmáticos teriam afetado, na época, uma região cratônica, sobre a qual estariam sendo acumulados alguns depósitos de paraplateforma associados ao mesmo ciclo (Grupo Rio Pardo).

Algumas das idades aparentes K/Ar obtidas são inferiores à época de resfriamento regional, ocorrida por volta de 470 m. a. (Cordani *et alii*, 1972). Esta anomalia pode ser atribuída à situação tectônica das amostras em questão, próximas dos falhamentos de Itapebi e do Rio Colônia. Importantes movimentos nestas duas zonas de fraqueza tectônica, provavelmente ativas até o Eo-Paleozóico, seriam os responsáveis por perdas de argônio nas rochas analisadas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de; MELCHER, G. C.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.; VANDOROS, P. - 1968 - Radiometric age determinations from Northern Brazil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 17(1):3-14.
- AMARAL, G.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J. H. - 1966 - Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Oxford, 30:159-89.
- ____; BUSHEE, J.; CORDANI, U. G.; KAWASHITA, K.; REYNOLDS, J. H. - 1967 - Potassium-argon ages of alkalines from Southern Brazil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Oxford, 31:177-42.
- CORDANI, U. G.; ISOTTA, C. A. L.; ABREU, A. C. S. - 1969 - "Reconhecimento geocronológico do embasamento da região oriental do Estado da Bahia." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23^a, Salvador - *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 159-66.
- ____; BASEI, M. A. S.; MENDONÇA, P. M. M.; SOBREIRO NETO, A. F. - 1972 - "Idades K/Ar da região leste brasileira." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24^a, Brasília - *Anais*. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 71-5.
- ____ - 1973 - Evolução geológica pré-cambriana da faixa costeira do Brasil, entre Salvador e Vitória. São Paulo, USP. Tese Livre Doc. Instituto Geociências da USP.
- FUGIMORI, S. - 1967 - Rochas alcalinas do sul do Estado da Bahia. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*. Rio de Janeiro, 141.
- PEDREIRA, A. J.; SOUTO, P. G.; AZEVEDO, H. - 1969 - "Metassedimentos do Grupo Rio Pardo (Bahia)." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23^a, Salvador. *Anais*. Salvador, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 87-99.