

ESTUDO GEOCRONOLÓGICO PELO MÉTODO Rb/Sr EM ROCHAS DO BLOCO JUNDIAÍ E REGIÕES ADJACENTES¹

EBERHARD WERNICK², MARCOS AURÉLIO FARIAS DE OLIVEIRA³,
KOJI KAWASHITA³, UMBERTO GIUSEPPE CORDANI³ e JACQUES DELHAL⁴

ABSTRACT Field and petrological data, as well as radiometric results performed in granulitic, gnaissic, migmatitic, and granitic rocks from the "Jundiaí tectonic block" (States of São Paulo and Minas Gerais), show for that region the existence of two superposed orogeneses. To the older, of transamazonian age whole rock Rb-Sr isochron of 2,010 m.y. ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ initial = 0.702), belongs the Amparo Group, composed of gnaisses, migmatites, and granulites, with intercalation of quartzites, schists and calc-silicate rocks. To the younger, of brazilian age whole rock Rb-Sr isochron of 690 m.y. ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ initial = 0.706), are related the feldspathization and migmatization of the Amparo Group, as well as the intrusion of granitic bodies. Possibly, also the metasediments around Jacaré belong to the Brazilian cycle. This pattern of geologic evolution is similar to that observed for the Serra dos Órgãos region (States of Rio de Janeiro and Minas Gerais).

INTRODUÇÃO A porção oriental do Estado de São Paulo, correspondente à parte do embasamento cristalino que circunda a Bacia do Paraná, é constituída por uma sucessão de blocos crustais com características lito-estruturais distintas, delimitadas por grandes zonas de falhamento. De sul para norte são reconhecidos os seguintes blocos: Costeiro (Coutinho, 1971a e b), que se estende desde a orla marítima até a falha de Cubatão; Juquitiba (Hasui, 1973), delimitado pelas falhas de Cubatão e Caucaia; Cotia (Hasui *et al.*, 1969), situado entre as falhas de Caucaia e Taxaquara; São Roque (Hasui *et al.*, 1969), situado entre as falhas de Taxaquara e Jacutinga; e Pinhal (Penalva e Wernick, 1973), que se estende desde a falha de Jacutinga até o bloco Araxá (Penalva e Wernick, 1973a). Cada um desses blocos tectônicos acha-se, por sua vez, subdividido em unidades menores por falhamentos de menor expressão. Os compartimentos estruturais acima discriminados distinguem-se sob o aspecto litológico e/ou estrutural. Desta maneira a seqüência estratigráfica do embasamento paulista deve ser estabelecida inicialmente num deles e, posteriormente, nos demais blocos adjacentes.

Entre os diversos blocos tectônicos, destaca-se por sua complexidade estratigráfica o Bloco Jundiaí onde ocorrem vários grupos de rochas cujas relações no espaço e no tempo ainda não se acham precisamente definidas. Encontram-se na área mencionada os Grupos Amparo, Paraíba, Itapira e Eleutério além de numerosos corpos graníticos com feições litológicas e geológicas muito variáveis. O escopo do presente trabalho é apresentar dados geocronológicos obtidos pelo método Rb/Sr referentes a alguns dos mencionados grupos (em particular para os Grupos Amparo e Paraíba, e para as rochas graníticas), além de sua interpretação em estreita correlação com as feições geológicas e petrográficas neles observadas.

¹Trabalho realizado com auxílio do CNPq

²F.F.C.L. de Rio Claro

³Instituto de Geociências da USP

⁴Musée Royal de l'Afrique Centrale, Bélgica

GEOLOGIA GERAL Os trabalhos geológicos no Bloco Jundiá são ainda bastantes esparsos, destacando-se entre eles os de Franco e Coutinho (1957); Wernick (1967 e 1972a, b, c); Wernick e Penalva (1974a, b); Wernick e Artur (1974); e Hasui *et al.* (1969). O Bloco Jundiá é constituído por biotita e/ou hornblenda gnaisses de cor cinzenta, mais ou menos migmatíticos, com intercalações menores de biotita xistos, quartzitos, rochas calco-silicáticas, anfibolitos, gonditos, charnockitos e granulitos ácidos e básicos. Este complexo, informalmente denominado por Ebert (1968) Grupo Amparo e correlacionado, tentativamente, ao Grupo Barbacena, mostra-se cortado por rochas graníticas plutônicas e hipoabissais (granitos, granitos pórfiros, aplitos, pegmatitos). Entre os maciços graníticos que cortam o Grupo Amparo, destacam-se o maciço de Morungaba (Wernick, 1972c; Wernick e Fernandes, 1972), constituído por rochas porfíroides de composição adamelítica associadas a granitos equigranulares róscos a cinzentos. Para o presente trabalho foram coletadas amostras correspondentes aos três tipos mencionados, representados, respectivamente, pelos exemplares JD-154, JD-152 e JD-148 A e B (Fig. 1).

As rochas do Grupo Amparo pertencem às fácies anfibolito e granulito, e apresentam direção regional NE—SW com variações locais para NNE—SSW e ENE—WSW. De modo geral, a inclinação das camadas é elevada, superior a 45°, se bem que localmente possa tornar-se sub-horizontal, como nas imediações de Socorro. O padrão de dobramento é complexo, com grandes dobras fechadas e isoclinais, constituindo anticlinórios e sinclinórios. Os eixos das dobras mergulham de preferência para NE com inclinação em torno de 20°.

Os migmatitos ostentam estruturas que denotam grande plasticidade da rocha por ocasião de sua formação. Assim, são comuns estruturas flebíticas, dobradas, ptigmáticas, *schlieren* e nebulíticas sendo rara a estrutura agmatítica. Apesar de sinais de elevada plasticidade, os mobilizados graníticos nestas rochas são de âmbito local, nunca atingindo grandes proporções volumétricas. Frequentemente os migmatitos, que ocupam de preferência os núcleos de anticlinais, passam lateralmente para gnaisses bandados pouco perturbados. Wernick e Penalva (1974a) ressaltam no Bloco Jundiá dois aspectos importantes para a compreensão da evolução geológica regional: a feldspatização e a migmatização das rochas do Grupo Amparo e, em particular, de rochas granulíticas e charnockíticas. A feldspatização progressiva dessas rochas pode ser observada, passo a passo, ao longo do perfil Socorro (SP)—Munhoz (MG) do qual provêm as amostras JD-164, JD-165 e JD-167. Neste perfil é possível verificar-se que as rochas granulíticas e charnockíticas gradam, por blastese progressiva, para o maciço granítico-migmatítico de Socorro (Wernick e Artur, 1974, Fig. 1). O processo de feldspatização é acompanhado pela progressiva transformação do ortopiroxênio maciço dos charnockitos e granulitos para termos mais fibrosos, e destes para anfibólios, que por sua vez passam sob o efeito de maior adição de potássio, para biotita. O processo é acompanhado pela transformação mais ou menos intensa de ortoclásio em microclínio e da recristalização da rocha com destruição progressiva da textura granulítica. Fenômeno semelhante pode ser observado na rodovia Fernão Dias, nas proximidades de Estiva (MG), exemplificado através da amostra JD-194, proveniente de outra faixa granulítica associada também ao complexo de Socorro. Como exemplo de rocha granulítica não afetada pelo processo metassomático foi coletada a amostra JD-160, correspondente a granulito básico dos arredores de Visconde de Soutelo (Franco e Coutinho, 1957; Wernick, 1967).

A remigmatização dos gnaisses e migmatitos do Grupo Amparo é restrita no Bloco Jundiá, onde apresenta caráter apenas local. Neste caso, as rochas cinzentas preexistentes são invadidas por um neossoma rosado ou esbranquiçado que retalha o paleossoma, originando estruturas agmatíticas. Com a intensificação do processo as rochas preexistentes

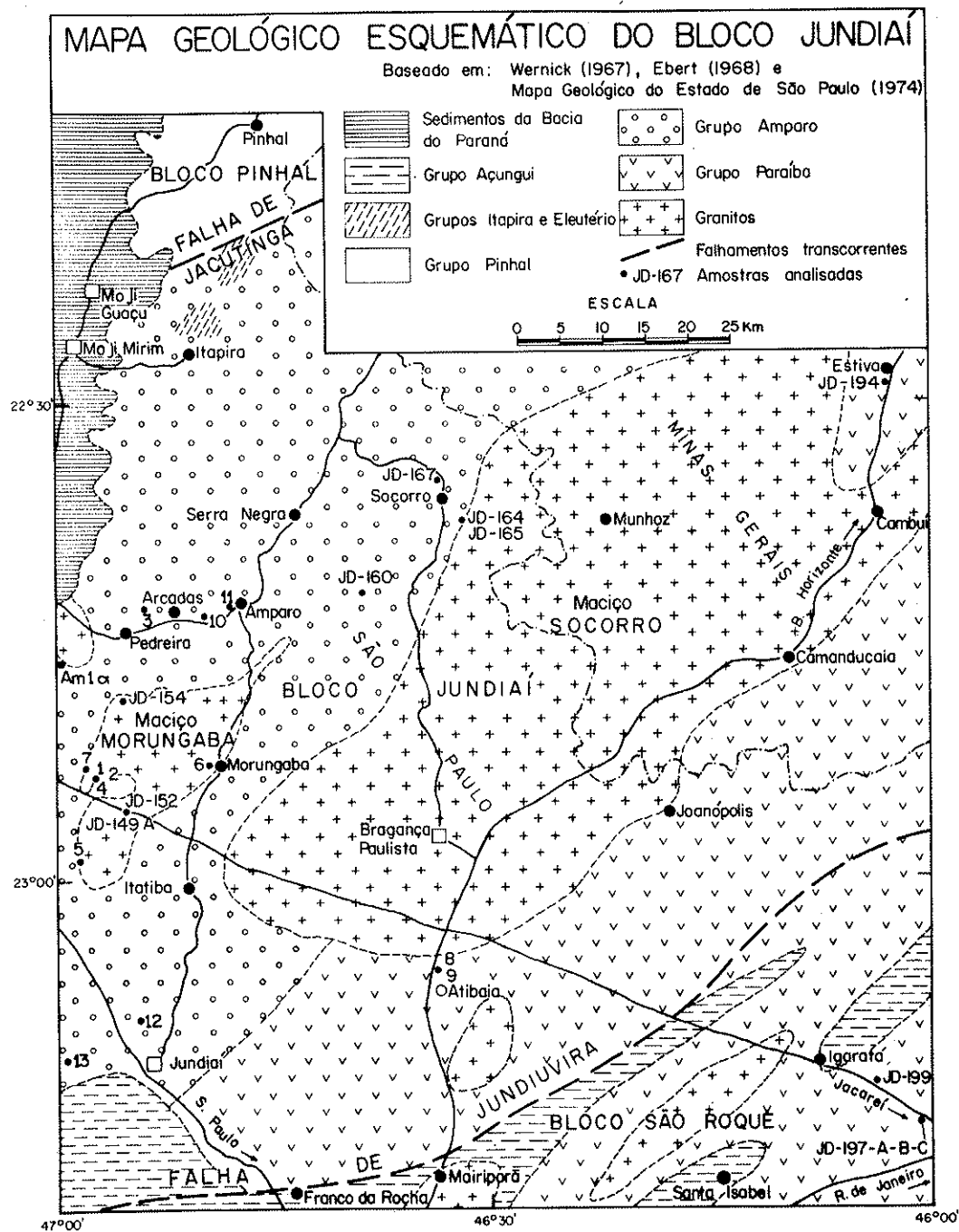


Figura 1

são progressivamente digeridas e misturadas ao neossoma invasor, originando toda uma gama de estruturas complexas. No caso de o neossoma invadir anfibolitos ocorre a parcial biotitização dos mesmos.

Mais para leste, em direção ao Vale do Paraíba, as rochas do Grupo Amparo são substituídas por rochas referíveis por Ebert (1968, Fig. 1) ao Grupo Paraíba. Visando esclarecer melhor, pelo menos em caráter preliminar, as relações entre os dois citados grupos, os autores coletaram amostras de gnaisses e migmatitos em área mencionada por aquele autor como ocupada pelo Grupo Paraíba, ao longo da rodovia Dom Pedro I. São elas as de número JD-199 e JD-197A, B e C.

Em oposição às rochas do Grupo Amparo, de alto grau de metamorfismo e mais ou menos migmatizadas e remigmatizadas, ocorrem na parte oeste e norte do Bloco Jundiá metassedimentos pertencentes aos chamados Grupo Itapira (Ebert, 1971) e Eleutério (Ebert, 1971). O Grupo Itapira, que ocorre nos arredores da cidade homônima, é constituído por mica xistos, quartzitos, metaarcósios, metabasitos e metacalcários com grau de metamorfismo, granulação e infiltrações graníticas menores que as do Grupo Amparo associado. Ebert (1971) considera a estrutura da área em questão formada por um sistema de sinclinais e anticlinais especiais, os primeiros ocupados pelo Grupo Amparo (que considera equivalente ao Grupo Barbacena) e os segundos pelo Grupo Itapira (que considera equivalente aos Grupos São João del Rei e Andrelândia).

Por sua vez, o Grupo Itapira mostra estreita associação com os depósitos molassóides do Grupo Eleutério (Ebert, 1971 e 1974; Wernick e Penalva, 1974b), possivelmente equivalentes à Formação Pouso Alegre (Leonardos Jr. *et al.*, 1971) e a outras formações molassóides cambro-ordovicianas associadas ao Ciclo Brasileiro. O Grupo Eleutério é constituído essencialmente por argilitos vermelhos e arenitos arcossianos, que exibem deformação, resultando numa clivagem tectônica vertical a inclinada, desenvolvida principalmente em parte dos argilitos.

Do acima exposto, conclui-se que o Bloco Jundiá exibe história geológica complexa na qual é possível discernirem-se pelo menos dois ciclos metamórfico-tectônicos:

1. Um ciclo de médio a alto grau de metamorfismo que envolveu a formação do Grupo Amparo em condições de fácies anfibolito e granulito.
2. Rejuvenescimento posterior através de remigmatização, feldspatização, intrusão de corpos graníticos e, possivelmente, formação dos Grupos Itapira e Eleutério.

Comparando-se as associações litológicas referíveis aos dois ciclos verifica-se que no Grupo Amparo a taxa de metabasitos é superior à do Grupo Itapira, o que implica uma maior contribuição de material infracrustal na constituição daquele. Por outro lado, os fenômenos mais ou menos intensos de remigmatização, feldspatização e intrusão de corpos graníticos associados ao segundo ciclo, sugerem que o mesmo se desenvolveu sob condições de pressões relativamente baixas e em ambiente bastante hidratado. Finalmente, parte das rochas do Grupo Itapira exibem semelhanças em litologia e grau de metamorfismo com as dos arredores de Jacareí e Igaratá, o que poderia indicar que se trata de rochas cogenéticas (observações de campo efetuadas por um dos autores, E.W.).

RESULTADOS E DISCUSSÃO Tendo em vista que os dados geocronológicos anteriormente existentes para a região em apreço eram escassos, e obtidos unicamente pelo método K-Ar (Tabela II), de valor interpretativo limitado, foi planejado um programa de determinações Rb-Sr em rocha total em amostras selecionadas adequadamente. Após estudo petrográfico e análises químicas prévias semiquantitativas de Rb total e Sr total por fluorescência de raios X, foram escolhidas, para as determinações, três amostras do maciço

granítico de Morungaba, quatro rochas granulíticas atribuídas ao Grupo Amparo, um granulito da região de Estiva (MG) e quatro amostras de gnaisses e migmatitos das proximidades de Jacaré (SP). Os dados analíticos referentes às determinações efetuadas encontram-se na Tabela I, e os pontos das amostras datadas foram incluídos no diagrama isocrônico da Fig. 2.

As análises Rb-Sr foram realizadas no Centro de Pesquisas Geocronológicas da U.S.P., segundo a metodologia apresentada por Torquato (1974). As concentrações de Rb e de Sr foram determinadas quantitativamente por fluorescência de raios X, com erros esti-

Tabela I – Dados analíticos Rb-Sr

AMOSTRA	ROCHA	UNIDADE	Rb ppm	Sr tot. ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Idade Rb-Sr*
JD-149A	Granito cinza	Mac. Morungaba	210	452	1,346	0,718	-
JD-152	Granito róseo	Mac. Morungaba	150	12,4	35,88	0,956	474 ± 10
JD-154	Granito porfiróide	Mac. Morungaba	280	168	4,85	0,749	816 ± 34
JD-160	Granulito básico	Grupo Amparo	2,4	88,0	0,079	0,703	-
JD-164	Enderbito	Grupo Amparo	92,0	420	0,634	0,714	-
JD-165	Gnaiss granulítico	Grupo Amparo	93,2	146	1,858	0,762	2060 ± 80
JD-167	Biot. gnaiss	Grupo Amparo	134,0	52,5	7,54	0,915	1870 ± 40
JD-194	Enderbito	Grupo Paraíba	113,0	232	1,414	0,738	1580 ± 110
JD-197A	Biot.gnaiss facoidal	Grupo Paraíba***	310	228	3,95	0,745	885 ± 41
JD-197B	Biot.gnaiss facoidal	Grupo Paraíba***	248	277	2,60	0,733	729 ± 60
JD-197C	Gran. biot. gnaiss	Grupo Paraíba***	236	265	2,58	0,732	712 ± 61
JD-199	Gnaiss granítico	Grupo Paraíba***	384	123	9,12	0,799	695 ± 22
AM-1α**	Granito gnáissico	Grupo Amparo	187	160	3,40	0,745	796 ± 47

*com R. I. = 0,705

**em Cordani e Kawashita (1971), recalculado

***de acordo com o mapa apresentado por Ebert (1968), Fig. 1

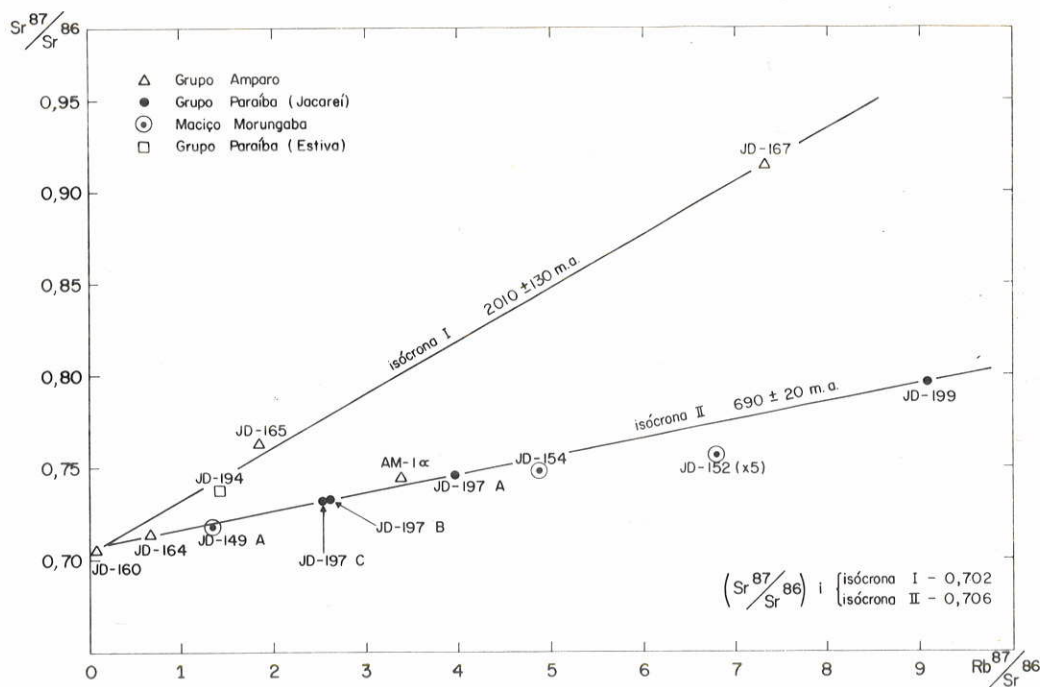


Figura 2 – Diagrama isocrônico

mados inferiores a 3%. As relações $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ foram obtidas em espectrômetro de massa Varian-MAT tipo TH-5, estando sujeitas a erro experimental inferior a 0,3%. No período em que foram realizadas as determinações, 36 análises no carbonato de estrôncio *Eimer Amend* apresentaram valor na razão $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ de $0,7082 \pm 0,0006$ (2σ). Nos cálculos de idade, foi utilizado o valor de $\lambda_{\text{Rb}} = 1,47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$.

Todas as idades K-Ar da região (Tabela II) representam valores mínimos para a formação das respectivas rochas, e a maioria deles é característica do Ciclo Brasileiro, demonstrando a importância deste na evolução geológica regional. Pelo menos uma delas (amostra de n.º 13) apresenta idade K-Ar claramente pré-Brasileira, desde já demonstrando a existência de rochas regionais formadas em épocas anteriores. Não é possível, a partir dos dados K-Ar, revelar as épocas pré-Brasileiras significativas na formação de rochas.

Tabela II — Dados analíticos das determinações K-Ar disponíveis

Nº	SPK	Nº DE CAMPO	ROCHA	MATERIAL	Z K	$\text{Ar}^{40}_{\text{Rad.}}$ 10^{-6}cc STP/g	$\text{Ar}^{40}_{\text{Atm.}}$	Idade K/Ar*	REFERÊNCIA
1	803	IG-A-38	Diorito pórfiro	Rocha total	2,68	57,0	13,9	470 ± 21	1
2	871	IG-GE-38	Granito	Biotita	7,11	180	73,7	495 ± 81	1
3	733	EW-Id	Granada-biotita-xisto	Biotita	7,86	194	1,5	535 ± 18	1
4	894	IG-GP-38	Granito pórfiro	Rocha total	3,98	95,8	2,3	523 ± 26	1
5	884	IG-GE-25	Granito	Biotita	7,31	185	7,6	549 ± 30	1
6	881	IG-A/4-66	Granito	Biotita	7,61	196	1,0	555 ± 18	1
7	883	IG-D-1	Granodiorito	Biotita	8,18	159	1,6	553 ± 20	1
8	1211	Ju-36	Piroxenito**	Biotita	7,84	206	2,9	564 ± 31	2
9	1218	Ju-36	Piroxenito**	Anfibólito	1,012	30,3	7,4	833 ± 45	2
10	724	EW-Vd	Anfibólito	Hornblenda	0,1158	3,71	17,7	869 ± 30	1
11	855	EW-Id	Anfibólito	Hornblenda	0,2134	7,00	23,1	883 ± 30	1
12	955	IG-SR-143	Anfibólito	Hornblenda	0,802	19,4	15,5	872 ± 22	1
13	824	J-80	Anfibólito	Anfibólito	0,138	76,31	25,8	1037 ± 61	3

Referências: 1 - Cordani e Bittencourt (1967)

2 - Ebert e Brochini (1968)

3 - Hasui e Hama (1972)

$$\lambda_{\text{total}} = 0,530 \times 10^{-9} \text{ ano}^{-1}$$

$$\lambda_{\text{c}} = 0,588 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$$

$$Z_{\text{Atom. K}^{40}} \text{ em } K_{\text{Tot}} = 0,0119$$

* Os valores de idade diferem levemente dos publicados anteriormente, em virtude de pequenas modificações impostas às constantes de calibração dos sistemas de traçadores

** Segundo a referência original, as amostras provenientes do afloramento Ju-36 referem-se a piroxenito in filtrado por "ichor" pegmatítico

As amostras JD-160, JD-165 e JD-167, pertencentes ao Grupo Amparo, situam-se nas proximidades da isócrona de referência de 2010 m.a., com razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86} \cong \cong 0,702$ (isócrona I). Embora com apenas três pontos, eles estão dispersos adequadamente no diagrama isocrônico, o que nos permite sugerir o Ciclo Transamazônico para a época de formação das rochas gnáissicas e granulíticas do Grupo Amparo. O granulito básico JD-160 controla a razão inicial da isócrona, cujo valor relativamente baixo torna pouco provável uma história crustal das rochas analisadas anterior ao Ciclo Transamazônico. Por outro lado, a amostra JD-167 controla a inclinação da reta, conferindo-lhe significativa precisão. Outro granulito atribuído ao Grupo Amparo (amostra JD-164) apresentou ponto analítico na Fig. 2 abaixo da isócrona I e sobre a isócrona II, o que provavelmente significa total rejuvenescimento durante o Ciclo Brasileiro, aliado a metassomatismo potássico. O mesmo pode ter ocorrido para o granito gnáissico AM-1a, dos arredores de Pedreira, cuja caracterização e análise Rb-Sr aparecem em Cordani e Kawashita (1971).

Finalmente, a amostra JD-194, o granulito de Estiva (MG), que pertence à área de ocorrência do Grupo Paraíba de Ebert (1968), possui ponto analítico situado logo abaixo da isócrona I, sugerindo co-geneticidade com o Grupo Amparo, e rejuvenescimento apenas parcial no Ciclo Brasileiro.

A fase sintectônica do Ciclo Brasileiro, com idade entre 650 e 700 m.a., já verificada em trabalhos anteriores (Almeida *et al.*, 1973), parece estar perfeitamente evidenciada pelas análises das amostras JD-197A, B, C e JD-199 cujos pontos analíticos definem a isócrona II da Fig. 2. Das quatro amostras desta isócrona, que consideramos co-genéticas, três provêm de um mesmo afloramento (JD-197A, B e C). A razão inicial ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$) desta isócrona, 0,706, é normal para material granítico-gnáissico do Ciclo Brasileiro, metamorfoseado em fácies anfibolito. Os dados Rb-Sr parecem indicar tratar-se de material formado no próprio Ciclo Brasileiro, por metamorfismo de sedimentos sincrônicos aos do Grupo Açungui, em grau mais elevado. Material mais antigo, com vida crustal anterior, certamente apresentaria razão ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$)_i mais elevada. Entretanto, as descrições petrográficas das amostras envolvidas mostram claramente a formação de feldspatos potássicos e moscovita em porfiroblastos posteriores à paragênese metamórfica primária das rochas. Se tal processo foi acompanhado de entrada de K e Rb nos sistemas em quantidades consideráveis e se a quantidade inicial de Rb era muito pequena, é possível imaginar a evolução geológica regional a partir da existência de rochas anteriores, afetadas intensamente por metassomatismo alcalino durante o Ciclo Brasileiro.

Com relação às amostras do maciço de Morungaba, as três determinações efetuadas encaixam-se no padrão geocronológico já evidenciado em outros lugares (Cordani e Kawashita, 1971; Cordani *et al.*, 1974), na faixa de dobramentos Ribeira. Amostras de tendência alcalina, equigranulares, de coloração rósea, tal como acontece na amostra JD-152, apresentam idades da ordem de 470 m.a. ligadas às fases finais do ciclo orogênico. Amostras de caráter granodiorítico e/ou adamellítico, de colorações diversas com predominância de tonalidades de cinza, situam-se sobre isócronas de referência mais antigas, tal como ocorre neste caso. A idade convencional da amostra JD-154, que se apresenta favorável para determinações Rb-Sr, é da ordem de 620 m.a., considerando-se ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$)_i = 0,705. Isto parece indicar, uma vez mais, a evolução petrogenética complexa dos maciços graníticos, como o de Morungaba, com duração de várias dezenas de milhões de anos.

CONSIDERAÇÕES SOBRE A EVOLUÇÃO GEOLÓGICA REGIONAL A análise integrada dos dados geológicos, petrográficos e geocronológicos disponíveis para o Bloco Jundiáí permite delinear, pelo menos em caráter preliminar, a seguinte evolução geológica:

1. Metamorfismo regional no Ciclo Transamazônico agindo sobre material supra e infracrustal, em condições de fácies anfibolito e granulito, resultando na formação do Grupo Amparo, constituído essencialmente por gnaisses e migmatitos cinzentos com intercalações de granulitos, xistos, gonditos, rochas calco-silicáticas e quartzitos. (Isócrona de 2 010 m.a., com razão inicial $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86} = 0,702$.)
2. Metamorfismo regional no Ciclo Brasileiro, com remigmatização, feldspatização e intrusão de corpos graníticos. O neossoma granítico dos migmatitos formados neste evento é predominantemente róseo. Durante esta fase, o Grupo Amparo foi rejuvenescido em caráter mais ou menos intenso, como é demonstrado pela existência de rochas com idade intermediária entre os ciclos Transamazônico e Brasileiro.

Com relação às amostras provenientes da região de Jacaré, os resultados Rb/Sr sugerem tratar-se de material formado no Ciclo Brasileiro (isócrona de 690 m.a., com ($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$)_i = 0,706). Entretanto, não pode ser excluída a hipótese de tratar-se de material mais antigo, completamente rejuvenescido neste ciclo.

Pelo exposto, o padrão geocronológico regional exibe paralelismo marcante com aquele obtido para a região da Serra dos Órgãos (Cordani *et al.*, 1973). O Grupo Amparo

mostra-se inteiramente correlacionável ao Grupo Paraíba enquanto as rochas graníticas (Maciço Morungaba e manifestações associadas) guardam correlação completa com a "Formação Serra dos Órgãos". Torna-se inviável a correlação entre os Grupos Amparo e Barbacena, tal como sugerido por Ebert (1968).

Finalmente, cabem ainda duas considerações de caráter regional, sugeridas pelos dados geocronológicos obtidos aliados às observações geológicas que vêm sendo obtidas sistematicamente:

1. As rochas de fácies granulito que foram analisadas (Grupo Amparo) apresentam idades antigas, mantendo uma vez mais a observação de que, até o presente, não são conhecidas no Brasil rochas granulíticas seguramente referíveis ao Ciclo Brasileiro.
2. Observando-se a quantidade de material granítico na região estudada em função de sua idade, nota-se que o mesmo apresenta comportamento diferencial. Assim, nas litologias transamazônicas, o material granítico é mais raro restringindo-se, via de regra, a mobilizados locais mais ou menos restritos. Já nas formações de idade brasileira o material granítico é abundante sob a forma de profuso neossoma em migmatitos, além de freqüentes maciços de dimensões batolíticas. Este fato, observado em muitas regiões da Plataforma Brasileira sugere que o Ciclo Brasileiro se caracteriza particularmente por agregar à crosta abundante material granítico quer por adição a partir do manto quer pela reciclagem de material crustal mais antigo.

APÊNDICE

JD-149

Granito (Maciço Morungaba)

Rodovia D. Pedro I, km 112

Mi-Qz-Pl-Bi-Cl-Op

Rocha cinzenta maciça. Textura granular hipidiomórfica a xenomórfica. Granulação média. Rica em titanitas eu-hedrais. Plagioclásios zonados. Os restos maiores de microclínio são ricos em inclusões de plagioclásio.

JD-152

Granito (Maciço Morungaba)

Rodovia D. Pedro I, km 117

Mi-Qz-Pl-Mu

Rocha rósea, equigranular, maciça. Textura granular, hipautomórfica a xenomórfica. Granulação rósea. Leves sinais de cataclase local. A moscovita se resume a alguns grãos menores.

JD-154

Granito porfiroblástico

Arredores de Entremontes, 10 km a SW de Pedreira

Mi-Qz-Pl-Bi-Op

Rocha cinzenta com megacristais róseos de microclínio, maciça. Textura inequigranular, hipautomórfica. Granulação grosseira a média. Megacristais envolvendo restos de plagioclásio e quartzo. Biotita rica em halos pleocróicos e com posição intersticial entre os minerais síalicos. Plagioclásio com núcleo sericitizado.

JD-160

Granulito básico

Arredores da Estação Ferroviária Visconde de Soutelo, às margens do Rio Camanduçaia, 20 km a SW de Socorro

Pl-Gr-Di-Hip-Hb-Qz-Op

Cor preta esverdeada, maciça. Rocha muito compacta. Textura granoblástica, hipautomórfica,

granulação média. Frequente textura poiquiloblástica (hornblenda-granada; plagioclásio-piroxênio) e estrutura em coroa das granadas. (Granada envolvida por anel de plagioclásio. Reação piroxênio → → anfibólio.)

JD-164

Granulito ácido. Enderbrito

Estrada Socorro—Munhoz, 2 km a E de Socorro

Pl-Qz-Mi-Hip-Au-Bi-Op

Quartzo recristalizado formando leitos de grandes cristais alongados. Relações indicando piroxênio → anfibólio → mica. Rocha cinza-esverdeada-escura, foliada. Textura granular, hipautomórfica a xenomórfica, parcialmente cataclástica (moagem e encurvamento dos planos de geminação do plagioclásio). Inequigranular grosseira a fina.

JD-165

Gnaiss granulítico cataclástico

Estrada Socorro—Munhoz, 2 km a E de Socorro

Pl-Or-Mi-Qz-Bi-Op

Rocha foliada de cor cinza. Textura granoblástica, xenomórfica parcialmente cataclástica. Granulação fina. Microclinização do ortoclásio. Concentração de biotita nos planos de cisalhamento. Incipiente recristalização nos planos de maior concentração de movimentos.

JD-167

Biotita gnaiss

Rodovia Socorro—Itapira, a 3 km de Socorro

Mi-Qz-Pl-Ep-Bi-Op

Rocha cinza foliada. Textura cataclástica e cisalhada. Granulação fina, cristais esmagados, curvados e fraturados.

JD-194

Granulito (enderbrito)

Rodovia São Paulo—Belo Horizonte (Fernão Dias), km 411

Pl-Bi-Hip-Qz-Op-Gr

Rocha preta-esverdeada, maciça. Textura granoblástica, hipautomórfica. Granulação média.

JD-197 A

Biotita gnaiss facoidal

Rodovia D. Pedro I, km 7

Pl-Qz-Bi-Mu-Hb-Op-Gr-Mq

Rocha cinzenta levemente foliada, com megacristais de microclínio. Textura porfiróide, com megacristais de feldspato alcalino rico em inclusões de biotita e quartzo, e parcialmente envolvidos por cristais de biotita. Matriz de granulação média a fina em parte cataclástica, recristalizada, xenomórfica.

JD-197 B

Biotita gnaiss facoidal

Rodovia D. Pedro I, km 7

Qz-Plag-Mi-Bi-Op

Rocha cinzenta com megacristais abundantes de feldspato alcalino róseo. Textura porfiróide com megacristais de microclínio com abundantes inclusões de quartzo e plagioclásio. Matriz fina a média. Xenomórfica, cataclástica, parcialmente recristalizada.

JD-197 C

Granada-biotita gnaiss

Rodovia D. Pedro I, km 7

Mi-Qz-Bi-Gr-Pl-Op

Rocha cinzenta, levemente foliada. Textura inequigranular com esparsos cristais maiores de micro-

clínio envolvidos por cristais menores de biotita e minerais sílicos. Inclusões concentradas nos bordos dos megacristais. Sinais de cataclase e recristalização. Granulação fina a média.

JD-199

Gnaiss granítico (moscovita quartzito feldspático)

Rodovia D. Pedro I, km 17

Bi-Pl-Mu-Gr-Qz-Mi

Rocha cinza clara, foliada. Textura granular xenomórfica, orientada, com leitos ora enriquecidos em quartzo (parcialmente recristalizado, formando grandes cristais alongados) feldspato ou moscovita. Porfiroblastos de moscovita. Granulação média predominante.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. F. M. de, AMARAL, G., CORDANI, U. G. e KAWASHITA, K. — 1973 — The Precambrian Evolution of the South American Cratonic Margin, South of the Amazon River, in: Nairn, A. G. M. e Stehli, F. G. (eds.), *The Ocean Basin and Margins*, Vol. 1, Cap. 11, 411-446
- CORDANI, U. G. e BITTENCOURT, I. — 1967 — Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. An. XXI Congr. Bras. Geol., 218-233
- CORDANI, U. G. e KAWASHITA, K. — 1971 — Estudo geocronológico pelo método Rb-Sr de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. An. XXV Congr. Bras. Geol., 105-110
- CORDANI, U. G., DELHAL, J. e LEDENT, D. — 1973 — Orogenèses superposées dans le Précambrien du Brésil sud-oriental (États de Rio de Janeiro et de Minas Gerais). Rev. Bras. Geoc. 3, 1-22
- CORDANI, U. G., HALPERN, M. e BERENHOLC, M. — 1974 — Comentários sobre as determinações geocronológicas da Folha de Porto Alegre. In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, DNPM Folhas de Porto Alegre (SH-22) e Lagoa Mirim (SI-22), 70-84
- COUTINHO, J. M. V. — 1971a — Pré-Cambriano Paulista: Parte 1 — Pré-Cambriano ao sul da cidade de São Paulo. XXV Congr. Bras. Geol., Boletim Especial n.º 2, Roteiro das excursões, 53-62
- COUTINHO, J. M. V. — 1971b — O falhamento de Cubatão. XXV Congr. Bras. Geol. Resumo das Comunicações. Boletim Especial n.º 1, 130-131
- EBERT, H. — 1968 — Ocorrências da fácies granulito ao sul de Minas Gerais e em áreas adjacentes, em dependência da estrutura orogênica: hipóteses sobre sua origem. An. Acad. Brasil. Ciên., 40. Suplemento, 215-229
- EBERT, H. — 1971 — Os Paraibides entre São João Del Rei, Minas Gerais, e Itapira, São Paulo, e a bifurcação entre Paraibides e Araxaides. XXV Congr. Bras. Geol., Boletim Especial n.º 1, Resumo das Comunicações, 177-178
- EBERT, H. — 1974 — O Grupo Eleutério e a falha de Jacutinga (Nordeste de São Paulo). XXVIII Congr. Bras. Geol., Boletim Especial n.º 1. Resumo das Comunicações, 726-730
- EBERT, H. e BROCHINI, M. F. — 1968 — Estudos estratigráficos e geocronológicos no Escudo Cristalino Brasileiro. Ciência e Cultura 20, 621-625
- FRANCO, R. R. e COUTINHO, J. M. V. — 1957 — Charnockitos e rochas associadas no Município de Amparo e Socorro, Estado de São Paulo. An. Acad. Bras. Ciên. 28, 303-311
- HASUI, Y. — 1973 — Tectônica da área das folhas de São Roque e Pilar do Sul. Tese de Livre-Docência. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 190 pp. (inédito)
- HASUI, Y., PENALVA, F. e HENNIES, W. T. — 1969 — Geologia do Grupo São Roque. An. XXIII Congr. Bras. Geol., 101-134
- HASUI, Y. e HAMA, M. — 1972 — Geocronologia do Grupo São Roque pelo método potássio-argônio. Rev. Bras. Geociên. 2, 8-24
- LEONARDOS Jr., O. H., DUNHAM, A. C., MENDES PIRES, F. R. e FORMAN, J. M. A. — 1971 — Nota sobre a formação Pouso Alegre. An. Acad. Brasil. Ciên. 43, 131-134
- PENALVA, F. e WERNICK, E. — 1973 — Compartimentação tectônica em parte do Pré-Cambriano paulista. XXVII Congr. Bras. Geol., Resumo das Comunicações. Boletim n.º 1, 128-129

- PENALVA, F. e WERNICK, E. — 1973a — Feições estruturais de migmatitos ao norte e sul da falha de Jacutinga, Leste do Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura* **25**, 183
- TORQUATO, J. R. — 1974 — Geologia do Sudoeste de Moçâmedes e suas relações com a evolução tectônica de Angola. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 243 pp. (inédito)
- WERNICK, E. — 1967 — Geologia da região de Amparo (leste do Estado de São Paulo). Tese de Doutorado. F.F.C.L. de Rio Claro. 225 pp. (inédito)
- WERNICK, E. — 1972a — Sobre a ocorrência de rochas calco-silicáticas nas proximidades de Duas Pontes, Município de Arcadas, Leste do Estado de São Paulo. *Ciência e Cultura* **24**, 358-367
- WERNICK, E. — 1972b — Granitos pórfiros dos arredores de Serra Negra, Valinhos e Amparo e suas relações com o maciço de Morungaba, Leste do Estado de São Paulo. *Rev. Bras. Geociên.* **2**, 129-138
- WERNICK, E. — 1972c — A geologia do maciço granítico de Morungaba, Leste do Estado de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. *Boletim Geologia* **16**, 110 pp.
- WERNICK, E. e FERNANDES, N. A. — 1972 — Triclinicidade de feldspatos potássicos de rochas graníticas do maciço de Morungaba, SP. *An. XXVI Congr. Bras. Geol.*, Vol. 1, 51-56
- WERNICK, E. e PENALVA, F. — 1974a — Migmatização e feldspatização de charnockitos e granulitos no leste paulista e sul de Minas Gerais. *XXVIII Congr. Bras. Geol. Resumo das Comunicações*, 445-448
- WERNICK, E. e PENALVA, F. — 1974b — Depósitos molassóides da formação Eleutério, São Paulo-Minas Gerais. *XXVIII Congr. Bras. Geol. Resumo das Comunicações*, 723-726
- WERNICK, E. e ARTHUR, A. C. — 1974 — Petrofábrica de migmatitos dos arredores de Amparo, SP. *Rev. Brasil. Geociên.* **4**, 27-39