

«A EVOLUÇÃO GEOCRONOLÓGICA DA CORDILHEIRA DO ESPINHAÇO; DADOS NOVOS E INTEGRAÇÃO”

BENJAMIN BLEY DE BRITO NEVES

DEPTO. DE GEOLOGIA — CENTRO DE TECNOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

KOJI KAWASHITA

UMBERTO GIUSEPPE CORDANI

CENTRO DE GEOCRONOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

JAQUES DELHAL

MUSÉE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE, TERVUREN, BÉLGICA

ABSTRACT

This paper presents and discusses some of the last geochronological determinations carried out on rocks of the Espinhaço Mountain Belt; by different radiometric methods. For the most part, the basement is composed of Archaean rocks, with formation of magmatites and granites during the Transamazonian cycle (2,0 b.y.).

The geologic evolution of the Chapada Diamantina Group is proposed as follows: 1- At 1,7 b.y. formed the first sedimentary basins, associated with continental acid

voleanism. 2 - The main stage of folding and epizonal metamorphism occurred at approximately 1,2 b.y., with post-tectonic events until 1,0 b.y.

These last ones include basicfissure volcanism and tectonic uplift. 3 - During the Brazilian cycle (650-400 m.a.) the tectono-thermal phenomena have affected in several ways and with different intensity the age determinations of all geological units.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho reporta uma série de determinações geocronológicas efetuadas nos últimos anos nas rochas da Chapada Diamantina e da Serra do Espinhaço e na parte do seu embasamento. O objetivo procurado é o de subsidiar com novos elementos o equacionamento da evolução destas áreas no tempo geológico.

As determinações apresentadas foram obtidas em diversas etapas, de um programa conjunto de cooperação, pelo Centro de Pesquisas Geocronológicas da Universidade de São Paulo (CPGeo-USP) e o Centro Belga de Geocronologia, de Bruxelas.

O estudo geocronológico aqui desenvolvido comprehende:

- Os sedimentos da parte superior do Supergrupo Espinhaço, a saber as formações Cabloco e Lençóis/Guariba (Morro do Chapéu): Método Rb/Sr.
- As rochas vulcânicas da base do Supergrupo, em três áreas distintas, na Chapada Diamantina (Complexo Rio dos Remédios), no Espinhaço Setentrional (Método do Rb/Sr) e Meridional (Métodos Rb/Sr e U/Pb).
- Rochas que constituem o embasamento do Super grupo, aflorantes interna e externamente do Espinhaço meridional,

e as rochas metabásicas ai intrudidas: Métodos Rb/Sr e K/Ar.

Parte das determinações consideradas, na Chapada Diamantina e Espinhaço Setentrional, já foram apresentadas e discutidas em publicação anterior, de Jardim de Sá et al 1976.

As constantes utilizadas nos cálculos de idade dos diferentes métodos, acham-se referidas nas próprias tabelas de dados analíticos.

Os autores agradecem às diversas frentes de cooperação, de pessoas e entidades, que tornaram possíveis muitas fases deste trabalho. Aos colegas Aroldo Misi (UFBA) e José Humberto Barcellos (UNICAMP) pela ajuda na coleta e processamento das amostras. Ao Dr. M. Bonhome (Univ. Strasburg) pelas análises difratométricas da fração argila de algumas amostras. Ao pessoal técnico dos Centros de Geocronologia mencionados pelas diversas análises. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o agradecimento pelo suporte financeiro em etapas distintas da pesquisa.

2. Considerações sobre a Geologia Regional

A rochas que constituem e suportam a orografia da Serra do Espinhaço (MG e BA) e da contigua Chapada Diamantina (BA) foram reunidas recentemente sob a designação de Supergrupo Espinhaço Bruni et al., 1976). Esta unidade tem somado por decênios uma extensa relação de trabalhos e polêmicas científicas ensejando o conteúdo litoestratégico, as correlações, o desenvolvimento geotectônico, etc. Os trabalhos de síntese mais recentes de Pflug e Renger, 1973 (em Minas Gerais), e de Mascarenhas et al., 1976, e de Jardim de Sá et al. (op. cit.) reunem os elementos mais importantes da geologia regional e os debates de interpretação vigentes. E desta forma dispensam os autores, do presente texto de muitas discussões e detalhes adicionais.

O considerado Supergrupo Espinhaço se caracteriza por grande ciclicidade de sedimentação, com predominio de litologias psamíticas e pelíticas. A presença de conglomerados é recorrente da base ao topo da unidade, passando latero-verticalmente a litologias mesoclasticas. Na porção basal do supergrupo é reconhecido um complexo de rochas vulcânicas ácidas (riolitos principalmente) em variável grau de transformação, do chamado «Complexo Rio dos Remédios». A espessura e número das unidades lito-estratigráficas, o grau de deformação dinâmica e de transformação, de uma maneira geral, cresce de leste (Chapada Diamantina Oriental) para oeste (Chapada Diamantina Ocidental e Espinhaço).

A Serra do Espinhaço estende-se do norte do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais até o sul do Piauí, constituindo um «sistema de dobramentos» linear, de idade pré-Cambriana, encravado entre núcleos cratônicos arqueanos, diversamente retrabalhados em ciclos posteriores. A natureza litológica e a evolução geotectônica desta faixa é bastante singular, fugindo aos padrões clássicos habituais referidos na bibliografia especializada.

A Chapada Diamantina (unidade morfológica e litoestratigráfica) por seu turno é compreendida como uma cobertura platalformal, a leste do Espinhaço Setentrional, situada sobre o núcleo cratônico que a salvaguardou de deformações intensas. Esta unidade apresenta contactos basais discordantes do substrato migmatito-gnáissico de idade arqueana. Seu contato superior é feito de forma variável, ao longo de sua extensão, sendo em grande parte com rochas do pré-Cambriano superior (Grupos Bambuí, Macaúbas), e outras do Fanerozóico.

3. Determinações pelo Método U/Pb

O método U/Pb foi aplicado a duas frações, com teores em Urânio diferentes, do zircão do metariolito do Espinhaço Meridional (Conceição de Mato Dentro, amostra JD-34). Forneceu uma idade de 1770 m. a., obtida pela intersecção superior com a curva «Concordia», que pode ser considerada como sendo a idade real do zircão e portanto a da cristalização do riolito.

O metamorfismo foi muito fraco para afetar o zircão, a idade de 370 m.a., dada pela intersecção inferior, corresponde provavelmente a uma perda de Pb contínua, e não a um evento determinado («perda episódica»). A «idade IR» («infra rouge») deste zircão segundo o método de M. Deliens et al. (1977) é de 1650 m.a., mostrando que não houve, depois da formação do zircão, metamorfismo suficientemente forte para recristalizá-lo (no sentido de modificar seu estado metamítico).

4. Determinação pelo Método Rb/Sr

De uma maneira geral, se constata que a aplicação do método Rb/Sr às rochas totais dos sedimentos e vulcânicas

do Supergrupos Espinhaços não permite obter as idades reais de formação dessas unidades, mas, a rigor, a idade das ações metamórficas a que elas foram submetidas posteriormente.

4.1. Meta/Riolitos de Conceição do Mato Dentro

Os resultados Rb/Sr obtidos sobre as diversas amostras, obtidas em cinco afloramentos próximos entre si, de metariolito mostram, em um diagrama Sr⁸⁷/Sr⁸⁶ — Rb⁸⁷/Sr⁸⁶, uma forte dispersão. Fica claro que estas amostras, não permaneceram como sistemas fechados no que concerne ao Sr⁸⁷ e eventualmente ao Rb.

Cahen et al. (1976) têm demonstrado que a perda (e/ou a rehomogeneização) de Sr⁸⁷ radiogênico é mais significativa ou facilmente realizada quando a razão Rb/Sr das amostras é mais elevada, e mais particularmente quando o teor de Sr total das amostras é baixo.

Esta regra se aplica neste caso dos metariolitos, onde as razões Rb/Sr são bastante elevadas. (Tabela II)

Por outro lado, a dispersão dos pontos sobre o gráfico é tal que, se houve rehomogeneização, esta não foi extensiva à unidade litoestratigráfica, e somente são significativas as idades fornecidas pelos alinhamentos de pontos provenientes de uma mesma afloramento (Fig. 4).

Constata-se assim que os pontos JD. 35SP e JD35B definem uma reta de 530 m.a., (Ro = 1,5) e que os pontos 34B1, 34B2 e 34SP se alinham segundo uma reta 640 m.a., (Ro = 1,1).

Estas idades e estas razões iniciais elevadas correspondem a uma rehomogeneização isotópica brasiliiana de rochas cuja idade dada pelo método U/Pb é de 1770 m.a.

4.2. Formações Guariba/Lençóis

As amostras coletadas e analisadas são de siltitos argilosos e argilitos finamente acamados, com alternância de colorações avermelhadas e cinza-claras, contidas no espesso nível intermediário da Formação Morro do Chapéu s.l. (Brito Neves 1967), posteriormente designadas como provável unidade independente (Formação Guariba/Lençóis).

Para esta unidade, 4 pontos de fração rocha total definem uma isócrona de T = 780 ± 50 m.a., Ro = 0,7241 ± 0,002; M.S.W.D. = 0,6089.

Como os pontos relativos às frações finas dessas quatro amostras se situam aproximadamente sobre a mesma reta, os valores recalculados para oito pontos são apresentados na Fig. 5 a saber.

$$T = 822 \pm 20 \text{ m.a.}; Ro = 0,7125 \pm 0,001; \text{MSWD} = 0,66.$$

A disposição dos pontos analíticos das frações rocha total e argila em alinhamento isocrônico, e a elevada razão inicial obtida, mostram que se trata de uma isócrona secundária, resultante de uma rehomogeneização isotópica energética, ao nível de unidade estratigráfica.

Esta constatação é coerente com os valores obtidos para cristalinidade das illitas, do campo do anquimetamorfismo (GUAB 1 e 2) para o campo do epimetamorfismo (GUAB 3 e 4), de acordo com Kubler, 1966.

O valor de 822 ± 20 ma., é assumido com um evento pós-diagenético marcante, provavelmente os falhamentos do flanco ocidental do anticlinal de Morro do Chapéu (Serra Martins Afonso), condicionando o contato desta unidade com o Grupo Bambuí sobrejacente.

4.3. — Formação Caboclo

As amostras da Formação Caboclo foram coletadas ao longo do perfil clássico entre Mirasserra e América Dourada, nas localidades de Angelim (CAB 7,8,9) e Murici (CAB 1,2,3,4,5,), Essencialmente foram pré-selecionados siltitos argilosos e argilitos, procurando evitar porções intemperizadas estão comuns àquela unidade.

Para esta unidade os pontos analíticos da fração rocha total e fração argila ($n=10$) acham-se alinhados, definindo uma isócrona (Fig. 6), onde:

$$T = 1250 \pm 51 \text{ m.a.}; Ro = 0.7360 \pm 0.002; \text{MSWD} = 2.91$$

Este alinhamento e a razão inicial elevada demonstram que se trata de uma isócrona de rehomogeneização isotópica. Os dados de cristalinidade das illitas, identicamente, mostram valores do campo do anquímetamorfismo (CAB 7,8,9) para o campo do epimetamorfismo (CAB 1,2).

A posição dos pontos CAB 3,4,5,6 são explicadas pela elevada razão Rb^{87}/Sr^{86} , e especialmente pelos teores muito baixo em Estrôncio. A expressão de eventos brasileiros sobrepostos (isócrona $T_1 = 580$ m.a., Fig. 4) é meramente conjectural.

O valor relativamente elevado do M.S.W.D. deve ser creditado ao tipo de coleta, de amostras de diferentes horizontes litoestratigráficos em distintas secções.

4.4. Complexo Rio dos Remédios

Os dados analíticos obtidos por Jardim de Sá et al, em rochas da Chapada Diamantina Ocidental e do Espinhaço, Setentrional estão representados na Fig. 7, e tabelados em anexo (Tab. 4).

Observa-se que os pontos analíticos destas rochas mostram uma dispersão entre isócronas de referência de 1250 m.a., e 580 m.a., correspondentes aos extremos de idades Rb-Sr obtidos na área.

Assumindo, como demonstrado pela geologia, que as diferentes metavulcânicas são da mesma idade, a geocronologia indica que o aparecimento destas lavas remonta a 1.770 m.a. E que elas foram, muito posteriormente, submetidas a processos termodinâmicos, com rehomogeneização isotópica não generalizada, cujas idades seriam de 1.250 m.a., («Caboclo»), 822 m.a. («Guariba»), e 580 m.a. («Filhos» Sto. Onofre).

Os dois últimos eventos não afetaram os sistemas Rb/Sr da maior parte das rochas do chamado «Craton de Lençóis» (área da Formação Caboclo). O último evento (580 m.a.), por sua vez, não se traduziu nos resultados Rb/Sr da Formação Guariba/Lençóis.

Por outro lado, considerando essas rochas vulcânicas ácidas como normais, pode-se-lhe atribuir um valor estimado como razoável para a sua razão inicial (0.710 ± 0.001) durante a cristalização, e partir para o cálculo de idade desse processo. Obtem-se idades aparentes variáveis, com valores máximos na ordem de 1600 m.a.

Dentro dessa linha de raciocínio, é válido a comparação dos valores de razão inicial na Fig. 4 (Conceição) e Fig. 7 (Espinhaço Norte). Verifica-se que as razões iniciais obtidas para estas vulcânicas crescem em proporção direta com a acentuação do rejuvenescimento isotópico, chegando a valores extremos de $Sr^{87}/Sr^{86} = 1.5$ no Brasiliano.

Conclusivamente, os dados de campo e os dados de laboratório permitem elaborar um esquema de evolução com: a) formação dessas rochas nos primórdios do precambriano superior; b) rehomogeneização isotópica em torno de 1250 m.a., produzida por dobramento (anquí, epi) metamorfismo; c) evento/tendência não generalizada de

rejuvenescimento isotópico para valores de idade dentro do ciclo brasileiro.

Várias outras evidências apontam a importância da superposição de eventos do ciclo brasileiro nessa área, inclusive na fração do embasamento (Complexo do Vale do Paramirim) exposta entre o segmento do Espinhaço Setentrional e a Chapada Diamantina (Tavora et al, 1967).

4.5. Embasamento do Espinhaço Meridional

Grande parte das amostras foram coletadas no interior da Serra do Espinhaço (Gouveia e adjacências) e nas imediações sul de Itamarandiba, dentro dos gnaisses e complexos granítico-migmatiticos do chamado «Super-Grupo Pré-Minas» (Pflug e Renger, 1973 op. cit). As demais amostras foram coletadas, a nordeste de Conceição do Mato Dentro, a leste do Espinhaço, no contexto dos gnaisses atribuídos ao Super Grupo Minas («Facies Guanhães»), por Pflug e seguidores.

Tomando os dados analíticos conjuntamente, Fig. 8, verifica-se uma isócrona de referência bem definida, de $T = 1800$ m.a., para as rochas de natureza granítica, apesar das amostras não serem estritamente cogenéticas. Este fato mostra a importância do ciclo Transmazônico, no embasamento do Espinhaço, na formação de granitos, e na eventual homogeneização isotópica de rochas preexistentes.

De fato, duas amostras do maciço de Gouveia definem precariamente uma isócrona de $T = 2800$ m.a., e várias outras amostras desse maciço e dos gnaisses «Guanhães» apresentam pontos analíticos intermediários às isócronas traçadas, confirmando rejuvenescimento isotópico parcial no transamazônico, de rochas mais antigas.

Padrão semelhante a este foi obtido por Hasui' et al (1976) em trabalho mais amplo, por toda região de Guanhães, definindo o ciclo transamazônico como um período de migmatização e homogeneização isotópica de rochas: formadas previamente.

No Espinhaço Setentrional, como demonstrado por Jardim de Sá et al (1976), as rochas do embasamento mostram, em escala regional, quadro geocronológico análogo.

5. Demonstrações K/Ar (Espinhaço Meridional)

As amostras coletadas para análise foram provenientes de rochas do embasamento e de cobertura, e em rochas básicas que os recortam.

Os dados K/Ar, isoladamente, não são conclusivos, mas se ajustam bem e completam às observações colhidas pelos métodos Rb/Sr e U/Pb.

Fica evidenciada a ação dos eventos termotectônicos do Ciclo Brasiliense por toda área, ainda que de forma heterogênea.

No caso das rochas gnáissicas da chamada «Facies Guanhães» e dos Metariolitos de Conceição é marcante a atuação dos processos brasileiros. O único valor distoante (GG-49, $T = 1290 \pm 91$) deve ser desprezado, pois o teor muito baixo em potássio encontrado na análise é passível de conter ou conduzir a erros, no cálculo da idade.

Nas rochas do maciço de Gouveia, embora a presença do brasileiro esteja registrada (amostra PFL - 8), há uma frequência elevada de idade pré-brasilienses, ligadas ou não a metabasitos. Não há condições de discernir se a atuação do brasileiro foi de menor intensidade (como é sugerido), ou se estão envolvidos problemas puramente analíticos (uso de rocha total como material, rochas básicas, etc). De qualquer forma o valor de idade da biotita PB-Ct-8 é um argumento

forte para a primeira premissa acima suscitada, ficando o problema em aberto.

Por outro lado são comuns valores de idade de 900 a 1200 m.a., para metabasitos, inclusive entre aqueles que cortam a cobertura (amostra PFL-DATAS, PB-CL-10). Estes valores, tomados como idades aparentes mínimas para o Espinhaço se ajustam com as conclusões obtidas com método Rb/Sr. E ainda ratificam determinações anteriores e já divulgadas de Távora et al (1967) e Jardim de Sá et al (1976), para as básicas pós-tectônicas do Espinhaço Setentrional.

Ao se referir aos dados K/Ar disponíveis na bibliografia, chama a atenção a frequência de valores de 1,6 a 1,8 b.a., para rochas do embasamento (transamazônicas ou mais antigas). São valores que se referem ao fechamento dos sistemas K/Ar, mas ainda assim coerentes com as idades assumidas para as metavulcânicas basais do Espinhaço (item 4).

Vinculando estas observações, admite-se uma grande diferenciação epirogenética imediatamente após o Ciclo Transamazônico, com o qual estabeleceu-se o desenvolvimento paleogeográfico do Espinhaço.

6. Principais Conclusões.

Somando-se as informações levantadas com os dados já disponíveis na bibliografia precedente e aqui referendada, pode-se estipular/propor o seguinte esquema geral de evolução geocronológica para o Espinhaço:

2,6 - 2,8 b.a. - Ciclo Guariense/Jequié — Principal formador das rochas do embasamento do Espinhaço. Rejuvenescimento isotópico de núcleos restritos mais antigos.

2,0 + 0,2 b.a. - Ciclo Transamazônico - Importante fase de formação de rochas graníticas e magmatíticas, às custas de rochas pré-existentes.

1,8 - 1,7 b.a. - Inicia-se a individualização dos sítios de

sedimentação do Espinhaço, arqueamentos de altos e suas desnudação, falhamentos, etc. Primeiras extrusivas ácidas associadas às cuñas basais de sedimentação.

1,7 - 1,3 b.a. - Desenvolvimento da sedimentação ciclica do Espinhaço, e sua progradação, em três ou mais etapas, envolvendo hiatos de sedimentação e evacuidades erosionais intermediários. Recorrências de eruptivas ácidas e primeiras intrusivas básicas.

1,3 - 1,2 b.a. - Fase principal de dobramento e metamorfismo, com variação de intensidade e grau, mediante os diversos ambientes geotectônicos. Fenômenos de rehomogeneização isotópica de rochas vulcânicas (parcialmente) e sedimentares previamente formadas.

1,2 - 1,0 b.a. - Eventos pós-tectônicos. Arqueamento não simultâneo da Cadeia do Espinhaço, falhamentos e acentuado magmatismo básico fissural. Individualização gradativa da Bacia de Sedimentação do Grupo Bambuí nos baixos estruturais e erosionais recém desenvolvidos no Espinhaço e na Chapada Diamantina.

650 - 500 m.a. — Ciclo Brasiliano — Dobramento e metamorfismo não generalizado do Grupo Bambuí e cronocorrelatos, afetando de forma variada e considerável todo o contexto de rochas sotopostas. Importante fase de rehomogeneização isotópica (Grupo Bambuí, metariolitos de Conceição, Filitos de Santo Onofre, etc) na proporção direta do grau de envolvimentos nos eventos termotectônicos deste Ciclo.

Pronunciada liberação de Argônio das rochas da infraestrutura ao longo de toda cadeia do Espinhaço, e mesmo de rochas da cobertura.

500 - 400 m.a. — Eventos pós-tectônicos brasilianos. Ajustamentos finais de blocos, fenômenos de hidrotermalismo, influenciando diversas determinações K/Ar do ambasamento e da Cobertura.

BIBLIOGRAFIA

- M. A. L. Bruni e outros: - D.N.P.M. - 1976 - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, folha Aracaju (SC-24), 226p; Brasília.
BRITO NEVES, B.B. - 1967 - Geologia das Folhas Upamirim e Morro do Chapeu - BA. Relat. CONESP/SUDENE, nº 17, 53p. Recife - PE.
CAHEN, L. DELHAL, J. e LEDENT, D. - 1976 - Chronologie de l'orogenie ouest - congolienne (Pan-africaine) et comportement isotopique de roches d'alcalinité différente dans la zone interne de l'orogène, au Bas Zaire. An. Soc. Geol. Belg. 99, p. 189-203.
DELIENS, M., DELHAL, J. e TARTÉ, P. - 1977 - Metamictization and UPb systematics. A study by infrared absorption spectrometry of precambrian zircons. Earth and Plan. Sc. Lett., 33, p. 331-344.
HASUI, Y., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K. e DELHAL, J. - 1976 - Geocronologia da Região do Médio Rio Doce. XXIX Cong. Bras. Geol., Resumo dos Trabalhos, p.p. 211-212, Belo Horizonte - MG.
JARDIM DE SÁ, E.F., BARTELS, R.L.; BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K.; MC REATH, I. - 1976 - Geocronologia e o Modelo Tectomagnético da Chapada Diamantina e Espinhaço Setentrional, Bahia. Anais do XXIX Cong. Bras. Geol. 37p., no prelo. Belo Horizonte M.G.
DUBLER, B. - 1966 - La Cristallinité de L'Illite et les Zones tout à faire Supérieures du Métamorphisme: Etages Tectoniques. Colloque que de Neuchâtel, p. 105-102.
MASCARENHAS, J. F. et al. - 1976 - Geologia da Região Centro Oriental da Bahia. Relat. Integrado, v. I; texto. MME/DNPM/CPRM 324 p., Inédito, Salvador - BA.
P.FLUG, R., RENGER, F. - 1973 - Estratigrafia e evolução Geológica da Margem Sudeste do Craton Sanfranciscano. Anais do XXVII Cong. Bras. Geol. v. 2, p. 5-22; Aracajú - SE.
TAVORA, F.I.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. - 1967 - Determinações de Idade Potássio-Argônio em Rochas da Região Central da Bahia. Anais do XXI Cong. Bras. Geol.; p. 234-244, Curitiba - PR.

TABELA 1 – DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES U/Po (Amostra JD-34)

TABELA 1 - DADOS ANALÍTICOS DO DETERMINAÇÕES U/238 X/235 (Kmrois & CB-54)										
Frações	ppm			COMPOSIÇÃO ISOTÓPICA DO Pb DO MINERAL				IDADES APARENTES (M.A.)		
	U	Pb tot	Pb rad	204	206	207	208	207/206	206/238	207/235
A	256	100	79	0,275	66,832	10,700	22,943	1735 ± 10	1584 ± 29	1651 ± 20
B	310	108	84	0,239	67,621	10,304	21,836	1715 ± 10	1485 ± 27	1584 ± 19

Composição isotópica do Pb comum de correção:
 $206/204 = 18,6$ $207/204 = 15,7$ $208/204 = 38,9$

TABELA II – DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr NOS METARIOLITOS DE CONCEIÇÃO – MG

SPR	N.º Cam-	LITOLOGIA	LOCALIDADE	COORDENADAS	Rb ppm	S-Nat ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	OBS
106.934	JD-35-B	Metariolito	9 Km Norte de Conc. M. Dentro	43°25'00" 18°28'00"	441,00	18,4	78,988 ± 1,58	2,113 ± 0,0021	X
1216	JD-35-SP	Metariolito	"	43°25'00" 18°28'00"	530,00	9,30	164,97 ± 3,30	2,825 ± 0,0016	D.I.
1216	JD-35-SP	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°25'00" 18°28'00"	476,00	4,70	352,27 ± 11,01	2,745 ± 0,0151	
106,933	JD-34-B-1	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°25'00" 18°28'00"	366,00	40,3	27,93 ± 0,56	1,3453 ± 0,0003	
106,933	JD-34-B-2	Metariolito	8Km N de C.M.C	43°25'00" 18°28'00"	353,00	34,2	31,94 ± 0,62	1,3759 ± 0,0003	
1215	JD-34-SP	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°25'00" 18°28'00"	366,80	25,70	43,54 ± 1,057	1,5102 ± 0,0076	D.I.
1204	JD-31-SP	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°24'00" 19°01'00"	311,90	23,6	40,80 ± 1,193	1,3831 ± 0,0015	
1188	JD-32-SP	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°24'00" 19°01'00"	367,00	65,4	17,20 ± 0,501	1,3052 ± 0,0029	
106,931	JD-32-	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°24'00" 19°01'00"	393,00	72,7	16,58 ± 0,332	1,3111 ± 0,0004	
1202	JD-33-SP	Metariolito	8Km N de C.M.D	43°24'00" 19°01'00"	420,00	12,2	99,65 ± 1,993	1,742 ± 0,0068	

OBS: DI = Diluição isotópica utilizada

X = Constantes utilizadas nos cálculos de idade

$$\lambda_{\text{Rb}} = 1.47 \times 10^{-11} \text{ anos}^{-1}$$

TABELA III - DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr NAS FORMAÇÕES CABLOCO E «LENÇOIS-GUARIBA»

Nº LAB	Nº CAMPO	LITOLOGIA	localidade	COORDENADAS	Rb ppm	Sr t ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	MAT	OBS
1501	GUAB-1	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	263,5	409,4	1,87 ± 0,004	0,745 ± 0,00010	FF	
1502	GUAB-2	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	147,1	498,3	0,86 ± 0,02	0,732 ± 0,0018	FF	
1513	GUAB-3	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	262,7	367,1	2,08 ± 0,04	0,749 ± 0,0011	FF	
1514	GUAB-4	Argilito Siltico	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	225,0	115,2	5,70 ± 0,11	0,792 ± 0,0010	FF	
1757	GUAB-1	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu.	41°19'00" 11°28'00"	206,7	262,7	2,24 ± 0,05	0,7503 ± 0,0010	RT	
1758	GUAB-2	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	108,9	161,4	1,96 ± 0,04	0,7456 ± 0,0014	RT	
1759	GUAB-3	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	199,8	212,1	2,74 ± 0,05	0,7557 ± 0,0011	RT	
1760	GUAB-4	Siltito Argiloso	21 Km W M Chapéu	41°19'00" 11°28'00"	150,8	128,5	3,41 ± 0,07	0,7628 ± 0,0010	RT	
1511	CAB-1	Siltito Argiloso	10 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	29,6	120,3	0,715 ± 0,02	0,7500 ± 0,0013	FF	
1512	CAB-2	Siltito Argiloso	10 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	27,0	83,5	0,940 ± 0,03	0,7500 ± 0,0095	FF	
1523	CAB-3	Siltito Argiloso	15 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	92,4	7,9	35,79 ± 1,04	1,1470 ± 0,0111	FF	D.I.
1524	CAB-4	Siltito Argiloso	15 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	111,2	9,82	31,93 ± 0,813	1,0814 ± 0,042	FF	D.I.
1525	CAB-5	Siltito Argiloso	15 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	103,2	9,11	32,23 ± 0,695	1,0600 ± 0,0007	FF	D.I.
1526	CAB-6	Siltito Argiloso	15 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	105,1	9,35	32,02 ± 0,800	1,0700 ± 0,0034	FF	D.I.
1515	CAB-7	Siltito Argiloso	Angelim- M Chapéu	41°00'00" 11°37'00"	116,9	32,70	10,55 ± 0,301	0,9110 ± 0,0010	FF	
1516	CAB-8	Siltito Argiloso	Angelim- M Chapéu	41°00'00" 11°37'00"	117,7	55,80	6,19 ± 0,176	0,0846 ± 0,0013	FF	
1517	CAB-9	Siltito Argiloso	Angelim- M. Chapéu.	41°00'00" 11°37'00"	92,1	64,40	4,19 ± 0,119	0,823 ± 0,0010	FF	
1744	CAB-1	Siltito Argiloso	10 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	28,7	49,2	1,70 ± 0,03	0,7687 ± 0,0010	RT	
1745	CAB-2	Siltito Argiloso	10 Km W M Chapéu	41°14'00" 11°31'00"	23,0	32,7	2,04 ± 0,04	0,7741 ± 0,0013	RT	
1916	CAB-7	Siltito Argiloso	Angelim-M Chapéu	41°00'00" 11°37'00"	80,2	17,90	14,17 ± 0,38	0,9724 ± 0,0013	RT	
1917	CAB-8	Siltito Argiloso	Angelim-M Chapéu	41°00'00" 11°37'00"	52,9	17,30	9,02 ± 0,18	0,9014 ± 0,0009	RT	D.J.
1761	CAB-9	Siltito Argiloso	Angelim-M Chapéu	41°00'00" 11°37'00"	49,6	24,00	6,07 ± 0,12	0,8587 ± 0,0017	RT	

OBS D I -Com duração isotópica F.F. -Fração fine R.T. -Rocha total.

< 2 μ

TABELA IV: DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr em ROCHAS DO «COMPLEXO RIO DOS REMÉDIOS» E DO «GRUPO SANTO ONOFRE» - BAHIA

SPR	Nº CAMPO	LITOLOGIA	LOCALIDADE	COORDENADAS	Rb ppm	Sr Nat. ppm	IDADE		IDADE CONVENCIONAL	IDADE ISÓCROMA	RAZÃO INICIAL	OBS
							Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶				
1440	II-P-1112	Riolitos	E Ibiciana	42°10'00" 12°57'00"	67,4	89,2	2,20 ± 0,04	0,751 ± 0,0018	(1260 ± 85)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	*
1441	II-P-52	Riolitos		42°09'00" 12°58'00"	117,5	76,5	4,48 ± 0,09	0,798 ± 0,0028	(1330 ± 58)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1442	PB - 24	Riolitos		42°08'00" 12°58'00"	168,3	72,5	6,79 ± 0,13	0,823 ± 0,0014	(1120 ± 33)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1443	II-P - 100	Riolitos		42°08'00" 12°58'00"	103,5	108,8	2,77 ± 0,06	0,759 ± 0,0018	(1186 ± 70)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1444	II-P - 72	Riolitos		42°08'00" 12°58'00"	93,6	172,2	1,58 ± 0,03	0,746 ± 0,0019	(1500 ± 120)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1508	II-P-23	Riolitos		42°09'00" 12°57'00"	56,5	101,1	1,68 ± 0,03	0,770 ± 0,0010	(1 ± 1)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1509	PB-36	Riolitos		42°07'00" 12°58'00"	150,7	73,3	6,00 ± 0,12	0,799 ± 0,0010	(1000 ± 31)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	
1439	L - 3	Riolitos	SE Livramento	41°48'00" 13°54'00"	16,6	15,75	3,02 ± 0,07	0,750 ± 0,0044	890 ± 110		0,710 ± 0,002	DJ
1430	ITUA-1	Tufo vulcânico	S. Ituaçu	41°15'00" 13°52'00"	85,3	12,8	19,91 ± 0,39	1,037 ± 0,0014	(1108 ± 24)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	**
1431	ITUA-2	Tufo vulcânico	S. Ituaçu	41°15'00" 13°52'00"	97,1	205,7	1,37 ± 0,03	0,747 ± 0,0010	(1786 ± 76)	1070 ± 83	0,718 ± 0,004	**
1445	X-101	Riolito	NW Boquira	42°45'00" 12°49'00"	182,2	27,9	19,33 ± 0,38	0,941 ± 0,0032	810 ± 21		0,710 ± 0,002	
1446	E-15	Riolito	NW Boquira	42°46'00" 12°47'00"	238,2	30,0	23,8 ± 0,46	1,026 ± 0,0024	895 ± 20		0,710 ± 0,002	
1447	E-7	Traquito	NW Boquira	42°46'00" 12°47'00"	110,7	51,0	6,9 ± 0,14	0,8084 ± 0,0021	922 ± 34		0,710 ± 0,002	
1464	E-7 rep	Traquito	NW Boquira	42°46'00" 12°47'00"	110,7	51,0	6,9 ± 0,14	0,807 ± 0,0017	951 ± 32		0,710 ± 0,002	
1507	T-15	Riolito	NW Boquira	42°45'00" 12°49'00"	235,9	26,6	26,5 ± 0,51	1,040 ± 0,0027	840 ± 19		0,710 ± 0,002	
1532	M-7	Riolito	NW Boquira	42°46'00" 12°46'00"	226,9	30,7	22,1 ± 0,43	1,044 ± 0,0015	1020 ± 22		0,710 ± 0,002	

* Idades Convencionais calculadas para Razão Inicial
 $Sr^{87}/Sr^{86} = 0,710 + 0,002$

** Medida das duas determinações: 1120 + 40 m.a.

D.J. Utilizada Diluição Isotópica

1568	X-92	Filito (F Pajeul)	E Macaubas	42°42'00" 13°02'00"	286,9	26,6	32,18 ± 0,62	1,022 ± 0,0013	1656 ± 15	580 ± 60	0,733 ± 0,006	*
1569	X-97	"	E Macaubas	42°46'00" 12°58'00"	54,8	90,8	1,75 ± 0,03	0,761 ± 0,0012	11573 ± 93	580 ± 60	0,733 ± 0,006	
1570	X-98	"	E Macaubas	42°46'00" 13°03'00"	155,2	59,8	7,57 ± 0,15	0,792 ± 0,0010	1731 ± 24	580 ± 60	0,733 ± 0,006	

TABELA 5 – DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES Rb/Sr NO EMBASAMENTO DO ESPINHAÇO MERIDIONAL

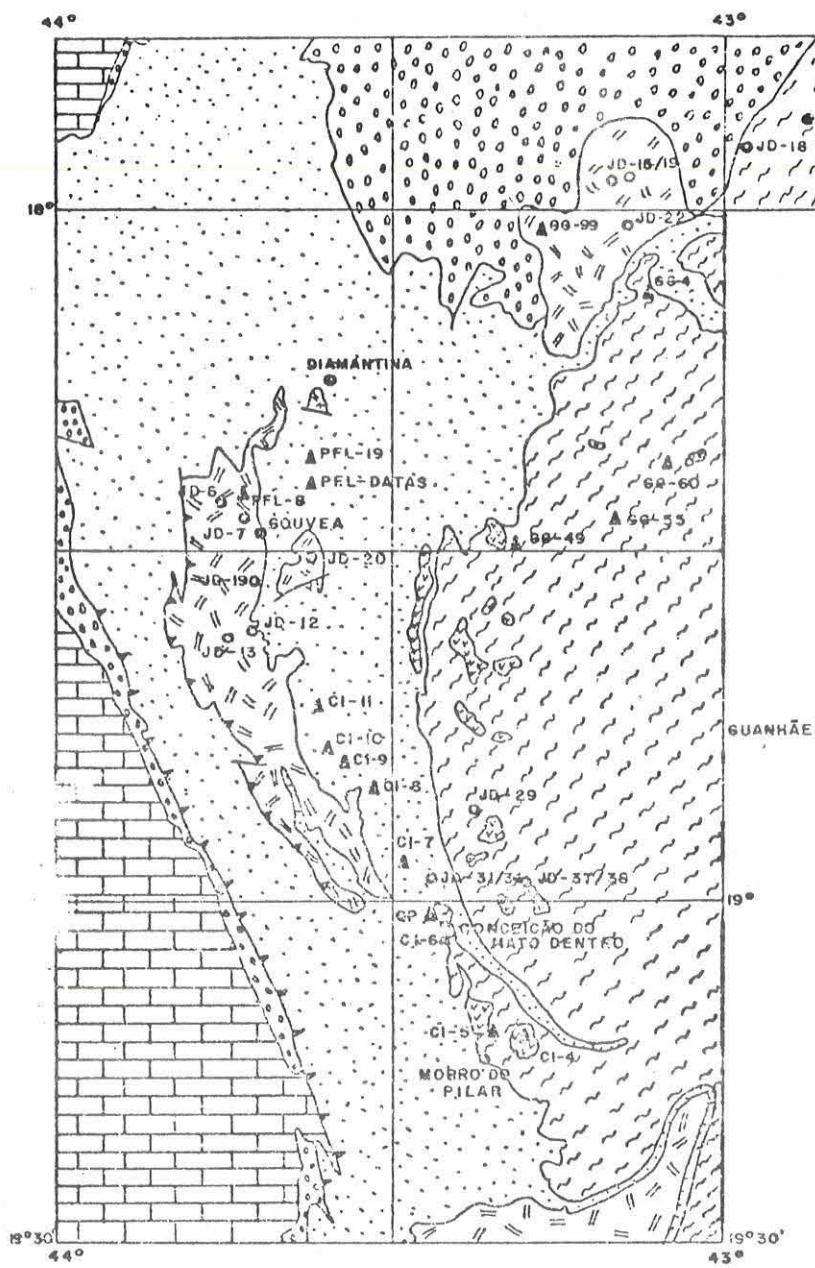
SPR	Nº CAMPO	LITOLOGICA	LOCALIDADE	COORDENADAS	Rb ppm	Sr Nat ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶
106.904	JD-6	Granito cinza	EW – Gouveia – MG	43°45'00" 18°28'00"	139,0	118,0	3,453 ± 0,07	0,8377
106.905	JD-7	Granito porf	Gouveia – MG	43°43'00" 18°27'00"	255,0	68,5	11,154 ± 0,22	1,0660
1203	SP JD-11	Granito	15Km S de Gouveia	43°43'00" 18°31'00"	259,0	52,0	14,93 ± 0,30	1,0900
106.910	JD-12	Granito roseo	Rio Parauna	43°45'00" 18°37'00"	196,0	38,0	15,89 ± 0,32	1,3686
106.911	JD-13	Gnaissé cinza	E de Tombador	43°43'00" 18°37'00"	263,0	74,1	10,591 ± 0,21	1,0283
1186	JD-20	GM granítico	Aldeia Palmital	43°37'00" 18°30'00"	261,0	80,0	9,70 ± 0,20	0,9730
106.928	JD-29	Gnaissé tectonia	Rio São José	43°21'00" 18°53'00"	133,0	77,0	5,055 ± 0,11	0,8762
1205	JD-37	Gnaissé bandado	Ribeirão da Folheta	43°20'00" 18°59'00"	50,0	415,0	0,349 ± 0,01	0,7148
106.938	JD-38	Gnaissé	NE de Conceição	43°19'00" 18°59'00"	163,0	116,0	4,1253 ± 0,08	0,8389
1187	JD-22	Granito gn	8Km S Mercês	43°10'00" 18°01'30"	176,0	183,0	2,700 ± 0,05	0,7760
106.913	JD-15	Granito cinza	Mercês Diamantina	43°11'00" 17°57'00"	195,0	142,0	3,9954 ± 0,08	0,8110
106.917	JD-18	Migmátitio	NE de Mercês	42°59'30" 17°53'00"	107,0	696,0	0,4468 ± 0,01	0,7201
106.918	JD-19	Granito	NE de Mercês	42°10'00" 17°57'00"	183,0	232,0	2,2984 ± 0,04	0,772

TABELA 6 – DADOS ANALÍTICOS DAS DETERMINAÇÕES POTASSIO- ARGONIO

Nº LAB	Nº CAMPO	MATERIAL	ROCHA	LOCALIDADE	Ar ⁴⁰ rad cc						
					%K	75%K	STP/gx10 ⁻⁴	%Ar atm	IDADE(ma)	erro	OBS
1828	QP-CMD	Feld.	Ozo porfiro	Conceição M. Dentro	2,173	0,200	0,5022	1,25	505 ± 16	X	43°24'00" 19°30'00"
1827	PLF-DATAS	Rocha total	Metabasito	Perfil Datas	0,370	0,038	0,1785	6,14	934 ± 45		43°36'00" 18°23'00"
1829	PFL-19	Rocha total	Metabasito	N de Datas	5,754	0,066	1,2300	0,52	472 ± 05		43°36'30" 18°21'00"
1830	PPL-8	Rocha total	Filito	N de Gouveia	1,998	0,040	0,4466	0,94	490 ± 24		43°44'00" 18°25'00"
852	PB-Cl-4	Anfibolito	Metabasito	E Morro do Pilar	0,189	1,890	0,0057	7,43	1215 ± 40		43°16'00" 19°11'00"
875	PB-Cl-7	Rocha total	Metabasito	NW Conceição	0,480	1,610	0,4205	11,19	1459 ± 45		43°29'00" 18°57'00"
872	PB-Cl-5	Biotita	Gnaissé	NE Morro do Pilar	7,540	0,833	2,5070	0,69	690 ± 19		43°21'00" 19°07'00"
880	PB-Cl-6	Biotita	Gnaissé	Conceição	7,855	0,406	1,6190	2,13	457 ± 12		43°25'00" 19°02'00"
892	PB-Cl-8	Biotita	Gnaissé	S Costa Serra	7,288	0,371	6,1970	4,27	1427 ± 37		43°32'00" 18°50'00"
902	PB-Cl-9	Rocha total	Metabasito	S Costa Serra	0,358	0,588	0,2357	22,78	1188 ± 34		43°34'00" 18°48'00"
901	PB-Cl-10	Rocha total	Metabasito	S Costa Serra	0,706	0,420	1,0460	1,96	2060 ± 53		43°36'00" 18°47'00"
906	PB-Cl-11	Rocha total	Metabasito	S Costa Serra	0,275	1,050	0,2097	11,46	1575 ± 45		43°36'30" 18°43'30"
1444	GG-49	Anfibolito	Gnaissé	Sto. Antonio Itambé	0,0631	0,196	0,04655	70,27	1290 ± 91		43°19'00" 18°30'00"
1425/1446	GG-4	Anfibolito	Gnaissé	Pedra Menina	0,4850	0,500	0,1189	6,75	532 ± 22		43°06'00" 18°07'00"
1426	GG-55	Muscovita	Gnaissé	E Sto. Antonio Itambé	8,6540	0,098	1,6810	3,90	433 ± 18		43°16'30" 18°27'00"
1445	GG-30	Anfibolito	Gnaissé	NE Sto Antonio Itambé	0,4754	0,070	0,1190	11,87	542 ± 23		43°05'30" 18°21'00"
1491	GG-99	Rocha total	Gnaissé	SE de Felisberto Caldeira	0,119	0,738	0,06128	21,57	985 ± 42		43°16'30" 18°02'00"

X Constantes utilizadas: $\lambda\beta = 05305 \times 10^{-9}$ anos⁻¹ $\lambda\epsilon = 0,585 \times 10^{-10}$ anos

% K⁴⁰ em K_{total} 0,0119



COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA SIMPLIFICADA

- ▲ GRUPO BAMBUI
(Calcários, ardósias)
- GRUPO MACAÚBAS
(Quartzitos, conglomarados, etc.)
- SUPERGRUPO ESPINHAÇO
(Quartz., Fil., Congl., Itab., etc.)
- ▼ METABASITOS, XISTOS VERDES
- ▨ GNAISSES, XISTOS
("Guanhães")
- ▨ COMPLEXOS GRANÍTICO-MIGMATÍTICOS
("Gouveia", "Pré-minas")

▲ DETERMINAÇÃO PELO MÉTODO K/Ar

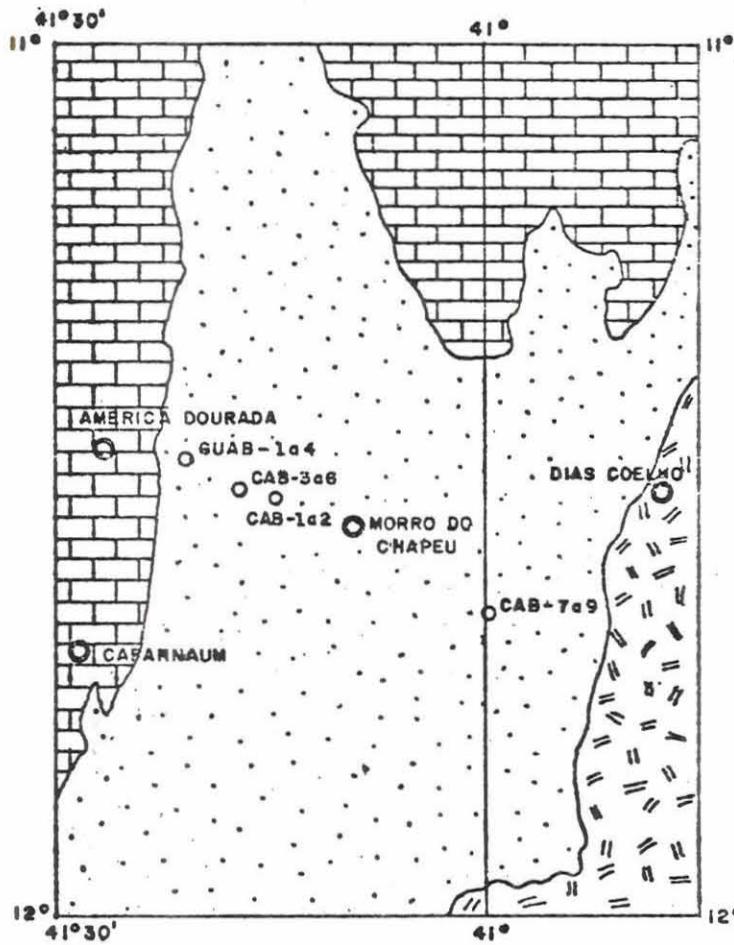
○ DETERMINAÇÃO PELO MÉTODO Rb/Sr

0 10 20 30 40 km
ESCALA GRÁFICA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS NA REGIÃO DO ESPINHAÇO MERIDIONAL.

(FONTE: Pflug e Renger, 1973, com simplificações)

FIG. 1



COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA SIMPLIFICADA

- [Símbolo de tijolos] GRUPO BAMBUI E COBERTURAS
(Conglomerados basais, calcários)
- [Símbolo de fundo com pontos] GRUPO CHAPADA DIAMANTINA, INDIVISO
QUARTZITOS, FILITOS, ETC.
- [Símbolo de fundo com hachuras] COMPLEXOS GNAISSICO-MIGMATÍTICOS
(Complexo Cearába)

10 0 10 20 30 km
ESCALA GRÁFICA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DAS AMOSTRAS ANALISADAS PELO MÉTODO
Rb/Sr, NA CHAPADA DIAMANTINA, PARTE ORIENTAL.
(FONTE DNPM, 1976, COM SIMPLIFICAÇÕES)

FIG. 2

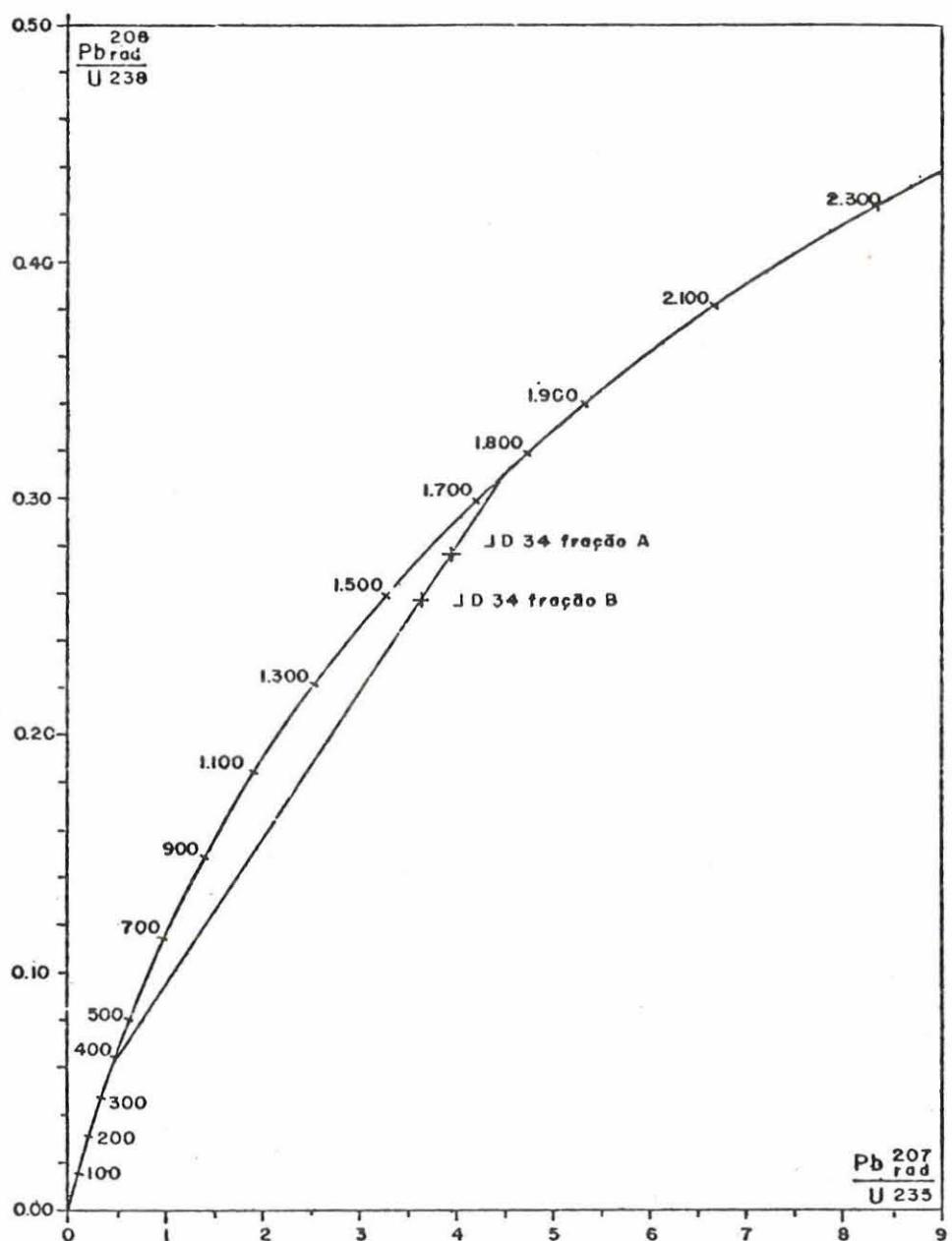


DIAGRAMA CONCORDIA PARA DUAS FRAÇÕES
DE ZIRCÃO DA AMOSTRA JD-34, METARIOLITO
DE CONCEICAO DE MATO DENTRO.

FIG. 3

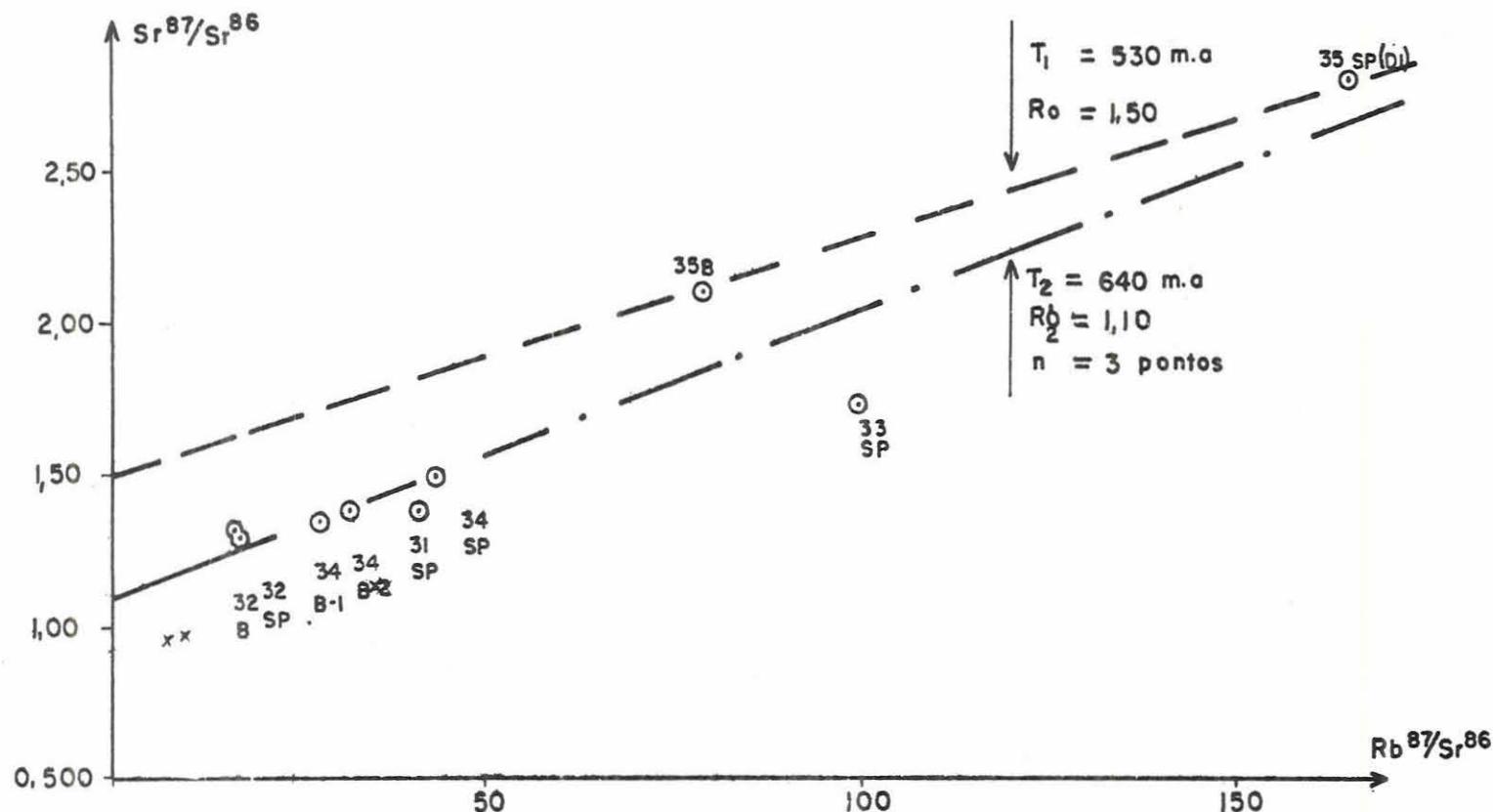
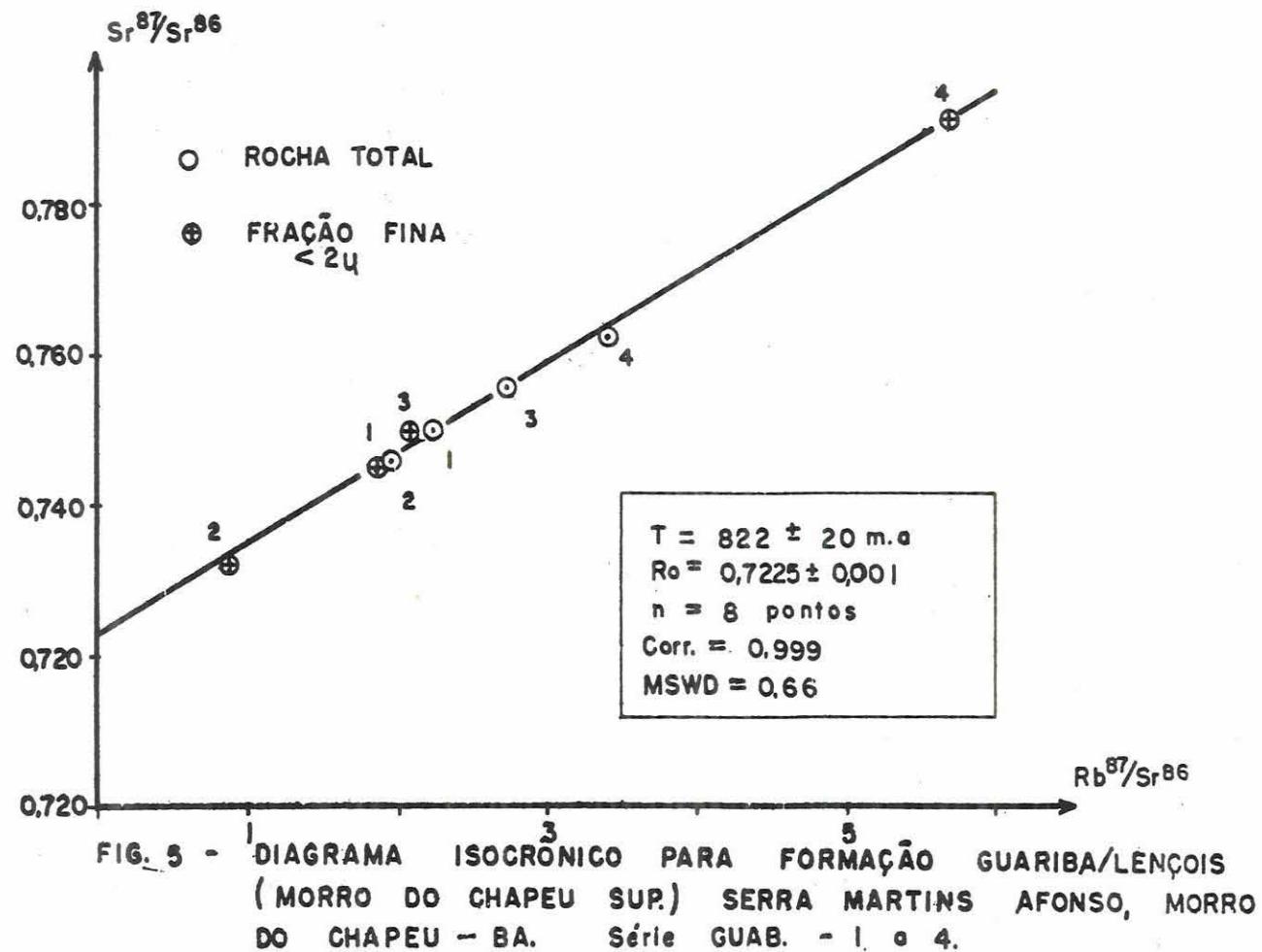
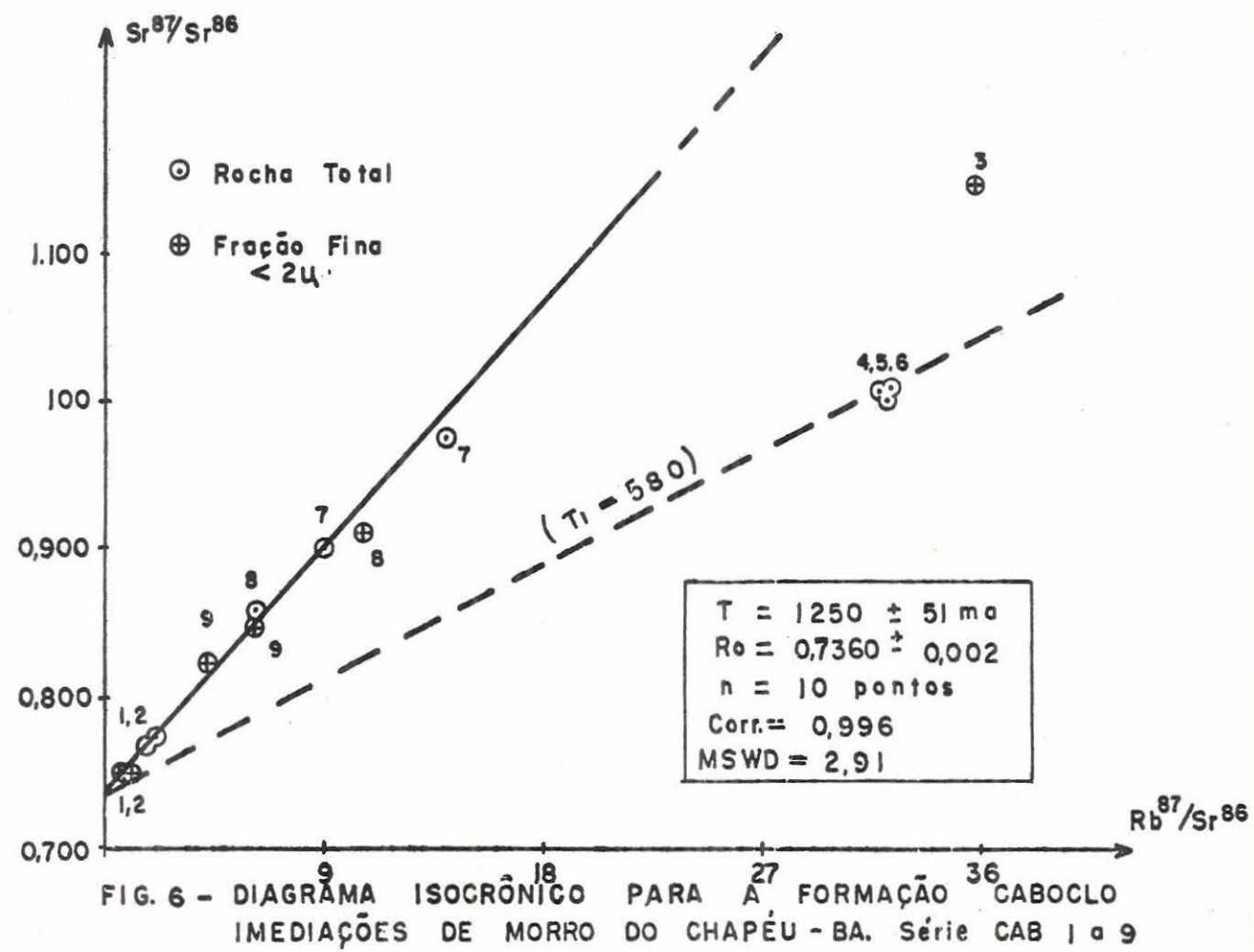


FIG. 4 - DIAGRAMA ISOCRÔNICO PARA AS METAVULCÂNICAS ÁCIDAS DE CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO E ADJACÊNCIAS - MG. Série JD.





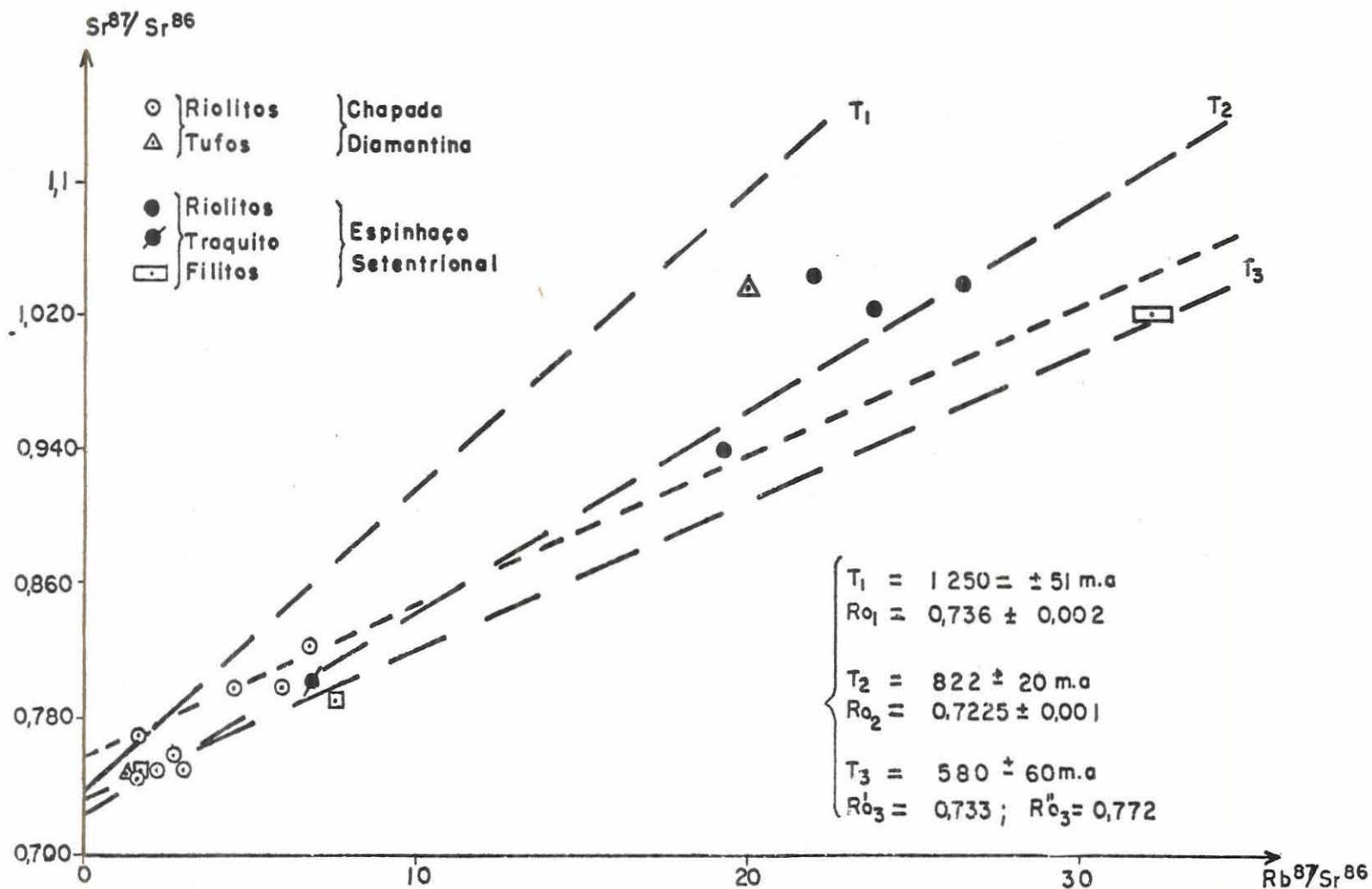


FIG. 7 - ISOCRÔNAS DE REFERÊNCIA PARA AS ROCHAS METASSEDIMENTARES E VULCÂNICAS DA CHAPADA DIAMANTINA (IBIAJARA, ITUAÇU) E DO ESPINHAÇO SETENTRIONAL (NW BOQUIRA, E MACAUBAS) - BA. (TAB. 4)

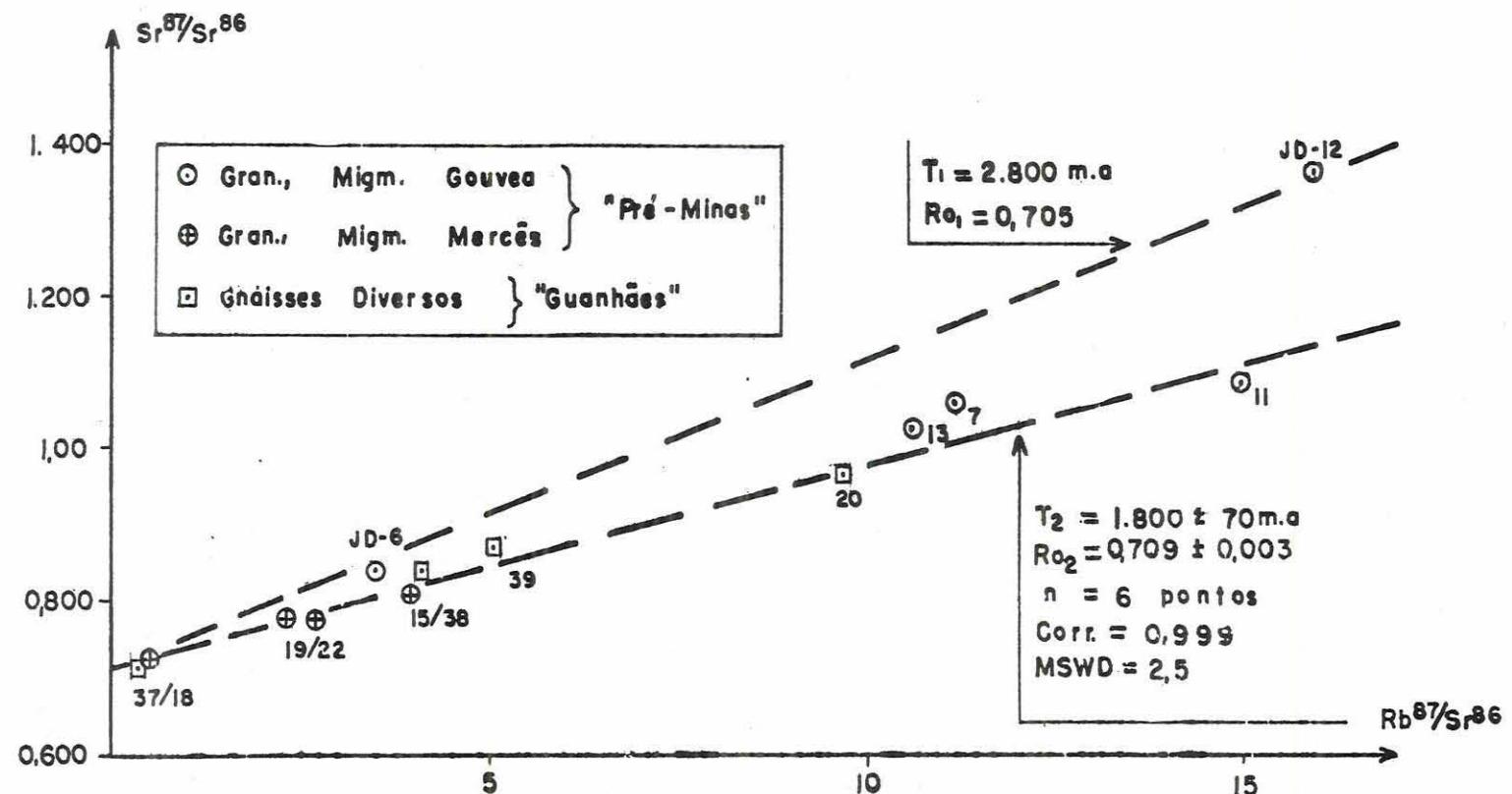


FIG. 8 - ISOCRÔNAS DE REFERÊNCIA PARA AS EXPOSIÇÕES DO EMBASAMENTO MERIDIONAL
NAS PARTE INTERIOR E EXTERIOR DO ESPINHAÇO SÉRIE JD- 6 a 22.