

## ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO GEOCRONOLÓGICO DE MINAS GERAIS

*Umberto Giuseppe Cordani e Wilson Teixeira*  
IG-USP

*Atahualpa Valença Padilha*  
Secretaria de Estado de Minas e Energia

### INTRODUÇÃO

Desde a década de 50, trabalhos geocronológicos têm sido desenvolvidos no âmbito do estado de Minas Gerais, com ênfase para as vizinhanças do Quadrilátero Ferrífero. Os dados radiométricos existentes até o presente chegam a perto de 600 referindo-se, em sua maioria, aos métodos Rb-Sr e K-Ar. Em adição, encontram-se também disponíveis algumas poucas determinações U-Pb, notadamente em zircões, Pb-Pb em rocha total, Pb-Pb em galenas, e Sm-Nd. Apesar dos vários laboratórios envolvidos (Hannover, MIT-USA, Carnegie-USA, Bruxelas, Oxford, Rennes, Toronto) cerca de 80% desse acervo radiométrico teve processamento no Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) da Universidade de São Paulo.

Uma contribuição mais significativa no campo da geocronologia de Minas Gerais ocorreu a partir do fim da década de 70, bem como nos anos de 80, tendo sido publicados uma série de trabalhos nas várias unidades geológicas expostas no estado, com destaque para o embasamento cristalino, no âmbito do Cráton do São Francisco e de suas faixas móveis marginais (Brito Neves et alii, 1979; Cordani e Teixeira, 1979; Cordani et alii, 1980; Wernick et alii, 1981; Teixeira, 1982; Jahn e Schrank, 1983; Parenti Couto et alii, 1981, 1983; Correia et alii, 1982). Sínteses e revisões geocronológicas também foram efetuadas, nestes anos através dos textos produzidos para as Cartas ao Milionésimo do DNPM e RADAMBRASIL (folhas Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte, Rio Doce) algumas ainda em fase de publicação. O quadro geocronológico deverá ainda apresentar significativo progresso, em futuro próximo, a partir dos resultados de vários trabalhos atualmente em andamento no CPGeo, referentes ao convênio IGA-SECT/MG com este laboratório, e a diversas pesquisas e/ou teses em desenvolvimento no embasamento da afa cratônica, na região chave do sudeste mineiro, e na faixa Araçuai.

### COMENTÁRIOS SOBRE AS INTERPRETAÇÕES GEOCRONOLÓGICAS RECENTES

De um modo geral, os dados recentemente obtidos têm ratificado as interpretações geocronológicas apresentadas nas ocasiões anteriores e, em vários casos específicos dão maior confiabilidade às proposições sobre evolução tectônica, ou sobre história geológica regional. Nesse sentido, podem ser destacadas três temáticas principais, abordadas a seguir: a) a evolução arqueana e proterozóica inferior da parte sul do Cráton do São Francisco; b) os eventos ocorridos após a cratonização; e c) a natureza e a evolução tectônica do embasamento dos cinturões móveis marginais ao Cráton.

#### a) Evolução Tectônica no Arqueano e Proterozóico Inferior

Neste tema, os estudos efetuados e em andamento (Teixeira, 1985), têm revelado a importância fundamental dos eventos associa-

dos ao Arqueano e Proterozóico Inferior no contexto da evolução crustal da parte meridional do Cráton do São Francisco. As interpretações decorrentes de um tratamento através de diagramas isocrônicos Rb-Sr (figura 1), em combinação com o panorama esquemático de resfriamento regional vinculado às idades aparentes K-Ar, bem como o auxílio de algumas determinações Pb-Pb, concordantes com os dados Rb-Sr obtidos nas mesmas amostras, permitiram esboçar os quadros paleotectônicos para o Arqueano tardio e para o Proterozóico Inferior.

Para o Arqueano, através dos dados Rb-Sr, foram detectados vários episódios de crescimento da crosta continental, separados entre si, mas muito próximos no tempo, configurando no seu conjunto a formação e aglutinação de uma massa de natureza continental de dimensões apreciáveis, seguramente superiores a 10.000 km<sup>2</sup>. Para o Proterozóico Inferior, os dados parecem demonstrar a implantação de uma unidade de geotectônica maior (o cinturão associado ao "Ciclo Minas"), cuja natureza seria ensiânica, e cuja evolução inclui aspectos de rejuvenescimento de material arqueano, bem como de adição de material juvenil. Os dados Rb-Sr em rocha total indicam as épocas formadoras de rochas, e os dados K-Ar referem-se ao resfriamento regional, ocorrido após os eventos tectonomagmáticos do referido "Ciclo Minas".

Uma evolução em dois períodos, o primeiro no Arqueano e outro no Proterozóico Inferior, é também refletida pelo conjunto de dados U-Pb obtidos recentemente em zircões do Grupo Barbacena e de granitos do Complexo de Bação. A figura 2, adaptada de Delhal e Demaiffe (1985), indica a formação primária de tais zircões por volta de 2,8 ou 2,9 b.a.. Por outro lado, segundo a interpretação dos mencionados autores, os zircões analisados teriam sido também afetados por importante perda episódica de Pb durante a orogenia Minas, e por nova perda episódica de Pb no ciclo Brasileiro.

História geológica similar, para a região do Quadrilátero Ferrífero e vizinhanças, já havia sido sugerida, em trabalhos anteriores, com base no acervo radiométrico K-Ar e Rb-Sr pré-existente (Cordani et alii, 1980; Teixeira, 1982), e os dados U-Pb apenas vieram a confirmar as principais épocas evolutivas do sudeste mineiro, no Arqueano e Proterozóico Inferior, bem como o forte aquecimento do ciclo Brasileiro.

As evidências isotópicas do Sr, para as rochas do embasamento da parte sul do Cráton do São Francisco, indicam os padrões de crescimento da razão Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> durante o Arqueano e Proterozóico Inferior (figura 3). De início, a figura revela a existência de materiais derivados diretamente do manto superior, entre 2,96 e 2,14 b.a., pelas razões iniciais Sr<sup>87</sup>/Sr<sup>86</sup> próximas da curva de evolução mantélica. Ao mesmo tempo, a figura caracteriza a presença de retrabalhamentos crustais acompanhando principalmente a evolução do Proterozóico Inferior. Em seu conjunto, o quadro isotópico configura dois períodos maiores de acreção de material no sentido manto-crosta, o primeiro intervalo entre 3,0 e 2,6 b.a. e o segundo entre 2,4 e 2,1 b.a.

#### b) Dados Geocronológicos Relevantes para a Interpretação de Episódios Anorogênicos, Posteriores à Cratonização

Com referência às datações K-Ar existentes para os diques básicos anorogênicos que cortam o Cráton do São Francisco, a interpretação dos resultados permite definir algumas das etapas distensivas principais ocorridas em sua parte sul (figura 4). Tais épocas referem-se a esforços gerados sobre áreas já estabilizadas tectonicamente, e várias representam o reflexo de atividades tectônicas nos cinturões móveis adjacentes, durante o Proterozóico Médio e Superior (Parenti Couto et alii, 1983; Teixeira, 1985). Merece destaque o numeroso conjunto de idades K-Ar reveladas por essas intrusivas ao longo do sistema intracratônico do Espinhaço, cuja evolução tectônica principal é do Proterozóico Médio (Brito Neves et alii, 1979). O grupo de idades

aparentes mais antigo parece concentrar seus valores entre 1200 e 1000 m.a., o que registra provavelmente o limite superior para os eventos metamórficos do ciclo Espinhaço e, ao mesmo tempo, o limite temporal inferior para a implantação da unidade geotectônica brasileira, o sistema Ribeira. Já o conjunto mais jovem (800-500 m.a.) está associado provavelmente ao desenvolvimento tectônico desta faixa móvel marginal ao Cráton, durante o ciclo Brasileiro. Na mesma figura 4 foi lançado o limite do aquecimento brasileiro sobre a parte SE do Cráton do São Francisco, estabelecido através das datações K-Ar em micas, e que representa, grosso modo, a posição da isógrada de 300°C no final do Proterozóico Superior.

Ainda no âmbito da história geológica da região cratônica, são importantes os resultados radiométricos disponíveis para o Grupo Bambuí. De maneira geral, eles demonstram a forte influência tectônica associada ao desenvolvimento do ciclo Brasileiro, pelas idades aparentes Rb-Sr e K-Ar entre 600 e 450 m.a., interpretadas como inerentes a diferentes eventos diagenéticos nos sedimentos. Ao mesmo tempo para um melhor posicionamento temporal da idade estratigráfica do Grupo Bambuí, são importantes os dados Rb-Sr em rocha total obtidos por Parenti Couto et alii (1981), com idades mínimas para a deposição da Formação Paraopeba da ordem de 640 m.a., e a datação K-Ar encontrada em dique básico sotoposto aos sedimentos por discordância evidente nas vizinhanças de Formiga, e que parece condicionar uma idade máxima para a deposição da ordem de 760 m.a.. Em adição, recentes análises da composição isotópica do Pb (Iyer, 1983) em galenas associadas ao Grupo Bambuí indicam uma evolução das razões isotópicas deste elemento em duas fases: sua separação do manto e introdução na crosta há cerca de 2,0 b.a. (época do Ciclo Minas), e sua incorporação às galenas por volta de 600 m.a., por remobilização a partir do embasamento. Os mencionados autores explicam desta forma a grande importância da componente radiogênica do chumbo do Bambuí em M. Gerais, que fez com que Cassedanne e Lasserre (1969) calculassem diversas "idades futuras" para as galenas por eles analisadas e por eles consideradas do tipo "J".

#### c) Natureza do Embasamento nas Faixas Móveis Marginais

Finalmente, o terceiro tema merecedor de uma análise crítica refere-se à evolução geocronológica dos cinturões móveis adjacentes, relacionados com as unidades supracrustais "Araxá-Canastra" e "Andrelândia-Carrancas-São João del Rei". Nos domínios destas faixas marginais ao Cráton do São Francisco, os dados radiométricos são distribuídos muito esparsamente sendo entretanto possível esboçar-se tentativamente um quadro evolutivo, em particular para o embasamento ensialico, tema que tem sido objeto de diversas pesquisas já publicadas, e de alguns projetos em andamento, no CPGeo.

Os resultados Rb-Sr existentes (figura 5) permitem definir a presença, em diferentes setores do embasamento, de terrenos com idades arqueanas e transamazônicas (Teixeira, 1985; Wernick et alii, 1981; Cordani e Teixeira, 1979; Correia et alii, 1982), mas também de terrenos com idades aparentes do Proterozóico Superior (Pereira et alii, 1984). Tais resultados demonstram o caráter heterogêneo e polifásico do material datado, e as dificuldades de correlação destas partes expostas do embasamento, quer entre si, quer com regiões específicas do Cráton do São Francisco.

No âmbito da supraestrutura, tanto no domínio das rochas do Grupo Canastra como do Grupo Andrelândia, as pesquisas radiométricas preliminares Rb-Sr e K-Ar tem sugerido a superimposição de eventos metamórficos, no Proterozóico Médio e Superior (Correia et alii, op.cit., Pereira et alii, op.cit.). Além disso, a repetição de resultados entre 750 e 800 m.a., principalmente no cinturão "Araxá-Canastra", tanto em Minas Gerais como em sua extensão para o estado de Goiás, levam a sugerir a presença de uma fase metamórfica desta idade, que poderá revelar-se associada ao próprio ciclo Brasileiro (uma fase preco-

ce na evolução do cinturão), ou pertencer aos episódios terminais de um ciclo anterior.

## BIBLIOGRAFIA

- BRITO NEVES, B.B.; KAWASHITA, K. and DELHAL, J. - 1979 - A evolução geocronológica da cordilheira do Espinhaço: dados novos e integração. *Rev. Bras. Geoc.* 9(1): 71-85.
- CASSEDANNE, J.P.; LASSERRE, M. - 1969 - Étude Géologique et analyse isotopique par la méthode au plomb de quelques galènes du Brésil. *Bull. letin B.R.G.M. Ser. 2 Sec. 4(1): 71-87.*
- CORDANI, U.G. - 1976 - Comentários sobre os dados geocronológicos disponíveis para a folha Brasília - SD.23. In: DNPM: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Folha SD.23-Brasília. MME/DNPM, Brasília, p. 135-140.
- CORDANI, U.G.; SIGA JR, O. - 1980 - Comentários sobre as determinações geocronológicas disponíveis nas folhas Belo Horizonte e Rio Doce. In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Folha SE-23 Belo Horizonte e SE-24 Rio Doce, MME/DNPM (no prelo).
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W. - 1979 - Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. In: Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folhas SF-23, SF-24 e SG-23 Rio de Janeiro, Vitória e Iguape. MME/DNPM. Brasília, p. 175-207.
- CORDANI, U.G.; TEIXEIRA, W.; SIGA JR, O. - 1980 - Geocronologia do Quadrilátero Ferrífero. Atas, SICEG, Ouro Preto, MG. (no prelo).
- CORREIA, C.T.; KAWASHITA, K.; GIRARDI, V.A.V. - 1982 - Datações Rb/Sr e K/Ar em rochas metamórficas da região de Cássia (MG) e considerações sobre o seu significado geológico. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 54 (4): 673-677.
- DELHAL, J.; DEMAÏFFE, D. - 1985 - U-Pb Archaean Geochronology of the São Francisco craton (Eastern Brazil). *Rev. Bras. Geoc.* SBG (no prelo).
- FERNANDES, P.E.C.A.; MONTES, M.L.; BRAZ, E.R.C.; MONTES, A.S.L.; SILVA, L.L.da; OLIVEIRA, F.L.L.de; GHIGNONE, J.I.; SIGA JR, O.; CASTRO, H. E.F. de - 1982 - Geologia. In: Brasil M.M.E. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.23 Brasília - Rio de Janeiro (Levantamento de Recursos Naturais, 29).
- HEILBRON, M.C.P.L. - 1984 - Evolução Metamórfico-Estrutural da Área entre Itutinga e Madre de Deus. Instituto de Geociências da UFRJ, Tese de Mestrado (inédito).
- IYER, S.S. - 1983 - A discussion on the Lead Isotope Geochemistry of Galenas from the Bambuí Group, Minas Gerais-Brazil. *Mineralium Deposita*. Springer-Verlag 1984, p. 1- 6.
- JAHN, B.; SCHRANK, A. - 1983 - Rb geochemistry of komatiites and associated rocks from Piumhi, Southeastern Brazil. *Precambrian Research*. 21: 1-20.
- MACHADO Fº, L.; RIBEIRO, M.W.; GONZALEZ, S.R.; SCHENINI, C.A.; PALMEIRA, R.C.B.; GATTO, O.M.P.P.; SANTOS NETO, A. dos; SOUZA JUNIOR, J. J. de; PIRES, J.de L.; TEIXEIRA, W.; MARTINS, V.M. da F.; CASTRO, H.E.F.; HERTER, A.M.de R. - 1984 - Geologia In: Brasil-DNPM. Projeto

- to RADAMBRASIL. Folhas SF-23 Rio de Janeiro e SF-24 Vitória, Rio de Janeiro, 1983 (Levantamento de Recursos Naturais, 32). (no prelo).
- PARENTI COUTO, J.G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K.; IYER, S.S.; MORAES, N.N.P. - 1981 - Considerações sobre a idade do Grupo Bambuí com base em análises isotópicas de Sr e Pb. Rev. Bras. Geoc., 11(1) : 5-18.
- PARENTI COUTO, J.G.; TEIXEIRA, W.; CORDANI, U.G. - 1983 - Considerações sobre as principais épocas de fraturamento do Cráton do São Francisco, com base em datações K-Ar de rochas básicas. Anais II Simp. de Geol. de Minas Gerais - Geologia do Precambriano. Soc. Bras. Geol., Núcleo MG, Bol. (3): 38-49.
- PEREIRA, A.D.C.; FONSECA, E.G.de; BRAZ, E.R.C.; CARMO, U.F. do; ORTIZ, L.R.C.; SOUZA JUNIOR, J.J. de; OLIVEIRA, F.C.; FREIRE, F. de A.; MARQUES, N.M.G.; REIS, V.A.; SIGA JR, O. - 1984 - Geologia - In: Brasil-DNPM, Projeto RADAMBRASIL. Folha SE-23, Belo Horizonte-Rio de Janeiro. (Levantamento de Recursos Naturais) (no prelo).
- TEIXEIRA, W. - 1982 - Geochronology of the Southern part of the São Francisco Craton. Rev. Bras. Geoc. 12 (1/2/3): 268-277.
- TEIXEIRA, W. - 1985 - A evolução geotectônica da porção meridional do Cráton do São Francisco, com base em interpretações geocronológicas. Tese de Doutorado-IGUSP. (inédito)
- WERNICK, E.; ARTUR, A.C.; FIORI, A.P. - 1981 - Reavaliação de dados geocronológicos da região nordeste do estado de São Paulo e unidades equivalentes dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Anais do 3º Simpósio Regional de Geologia. SBG. Curitiba, p. 328-342.

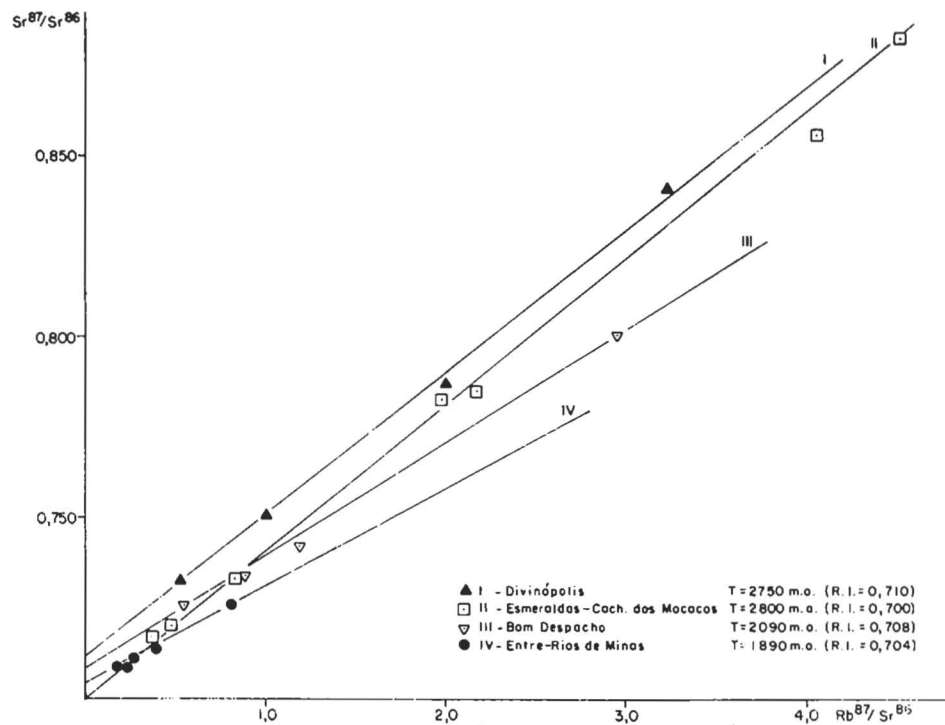


Fig. 1- DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/ Sr PARA ROCHAS GNÁISSICAS DO DOMÍNIO CRATÔNICO

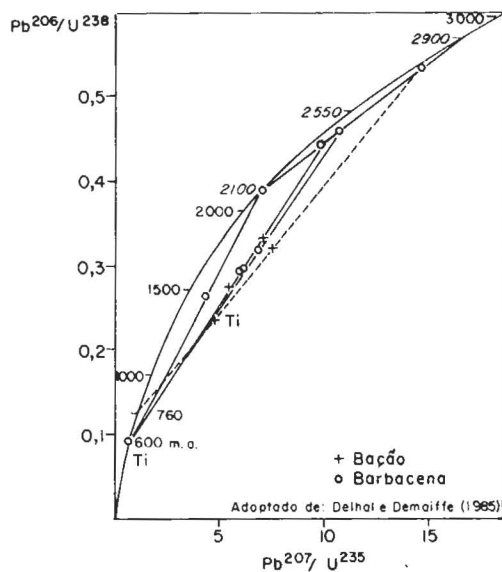


Fig. 2 - DIAGRAMA U/Pb CONCORDIA PARA ZIRCÕES E TITANITAS DE ROCHAS DO COMPLEXO DE BAÇÃO E BARBACENA

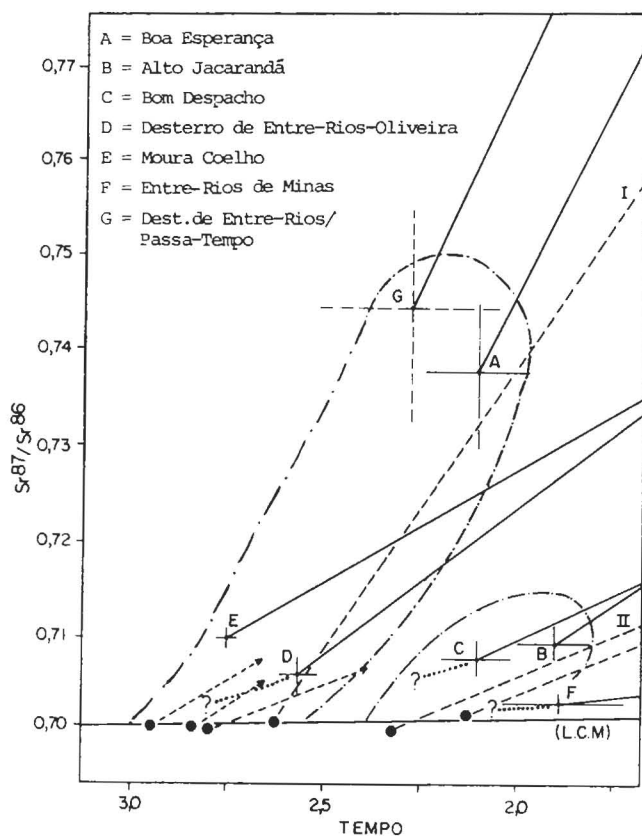
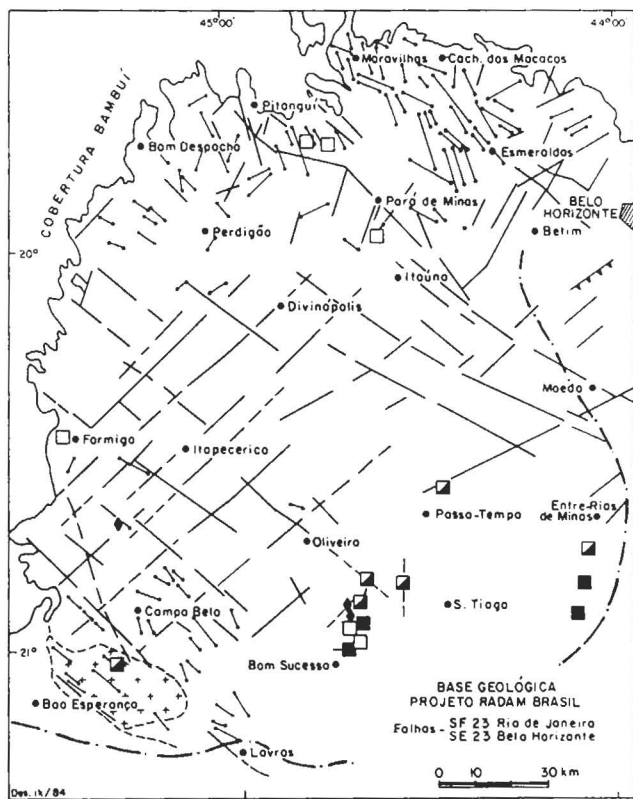


FIGURA 3 - CURVAS DE EVOLUÇÃO DA RAZÃO  $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$  DE ROCHAS DO EMBASAMENTO CRETÁCIO





#### SIMBOLOGIA DE IDADE

□ 900 - 670

▤ 1400 - 950

■ 2000 - 1800

◆ > 2100 m.a.

#### LEGENDA

— Estruturas lineogênicas

— Diques básicos

⊛ Maciço granítico Porto Mendes

Fig. 4 - DISTRIBUIÇÃO ESQUEMÁTICA DAS IDADES K-AR PARA O MAGMATISMO BÁSICO ANOROGÊNICO

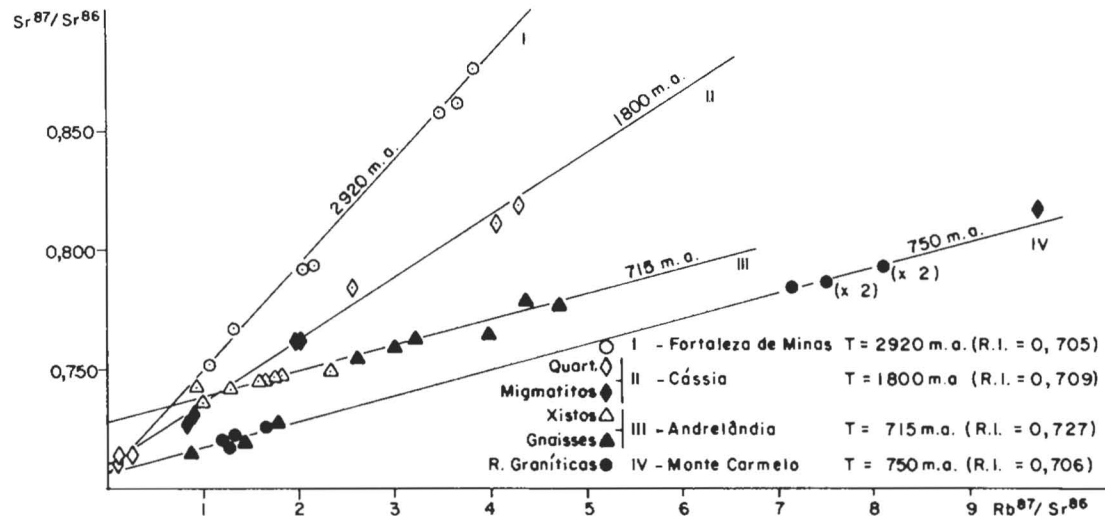


Fig. 5- DIAGRAMA ISOCRÔNICO Rb/ Sr PARA ROCHAS DO EMBASAMENTO DAS FAIXAS MÓVEIS MARGINAIS