

GEOCRONOLOGIA Rb-Sr DA PORÇÃO SUDOESTE DO MACIÇO DE GOIÁS

MÁRCIO M. PIMENTEL & REINHARDT A. FOCK*

ABSTRACT Rb-Sr GEOCHRONOLOGY OF THE SOUTHWESTERN GOIÁS MASSIF. Five orthogneissic and metavolcanic rock units and eight undeformed to slightly deformed granitic intrusions from the southwestern portion of the Goiás Massif, western Goiás, were analyzed by the Rb-Sr whole-rock isochron method. All rock units investigated yielded Neoproterozoic to early palaeozoic ages (ca. 940 to 485 Ma). Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios for the metamorphic rock units are low, mostly between ca. 0.702 and 0.705. These data provide further evidence for an important Neoproterozoic crustal accretion event in central Brazil, already reported in previous papers. Initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ for the granitic intrusions are more varied, between ca. 0.703 and 0.710 and seem to indicate mantle as well as crustal contributions to the parental magmas.

Keywords: Goiás Massif, Rb-Sr Geochronology, Neoproterozoic, Brasiliano Cycle.

RESUMO Cinco suítes de rochas metamórficas (ortognaisses e metavulcânicas) e oito intrusões graníticas levemente deformadas a não-deformadas, expostas na porção sudoeste do Maciço de Goiás, foram analisadas pelo método isocrônico Rb-Sr, em amostras de rocha-total. Todas as unidades investigadas forneceram idades neoproterozóicas a eopaleozóicas (ca. 940 a 485 Ma). As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais das unidades ortognaissicas e metavulcânicas são, de modo geral, baixas (entre ca. 0,702 e 0,705). Esses dados suportam a existência de um importante evento de formação de rochas a partir do manto, na região central do Brasil durante o Neoproterozóico. As razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais, obtidas para as intrusões graníticas, variam dentro de uma faixa mais ampla de valores, entre ca. 0,703 e 0,710, sugerindo contribuições mantélicas e crustais na formação dos magmas originais.

Palavras-chave: Maciço de Goiás, Geocronologia Rb-Sr, Neoproterozóico, Ciclo Brasiliano.

INTRODUÇÃO Os terrenos Pré-Cambrianos, que constituem a Província Tocantins, na porção central do Brasil, são caracterizados por faixas supracrustais dobradas e metamorfizadas, expostas ao longo das bordas dos Crátons Amazônico (Faixas Paraguai e Araguaia) e do São Francisco (Faixas Brasília e Uruaçu) (Fig. 1). Em meio às faixas dobradas, encontra-se o chamado Maciço de Goiás, um maciço de rochas cristalinas de natureza e idade variadas (Fock *et al.* 1987), cujo significado geotectônico é ainda mal entendido em função da escassez de dados geocronológicos, geofísicos e estruturais. Marini *et al.* (1984) interpretam o maciço como um alto estrutural do embasamento sílico das faixas dobradas, enquanto Fock *et al.* (1987) e Pimentel (1991) referem-se a ele como um mosaico de blocos, compreendendo terrenos de idade arqueana, bem como áreas neoproterozóicas formadas em ambientes de arco magmático.

Neste trabalho, estão apresentados e discutidos resultados geocronológicos inéditos obtidos pelo método Rb-Sr em um conjunto de rochas graníticas, gnáissicas e metavulcânicas da região sudoeste do Maciço de Goiás. O estudo teve como objetivo identificar os eventos de formação de rochas ígneas e metamórficas naquela porção do maciço, de forma a contribuir para o melhor entendimento do seu significado geotectônico.

GEOLOGIA DO OESTE DE GOIÁS Nos terrenos pré-cambrianos da região oeste de Goiás, estão expostas diversas suítes de rochas metavulcânicas e ortognaissicas que constituem o embasamento metamórfico na região. Essas unidades são justapostas através de importantes zonas de cisalhamento do tipo *strike slip*, de direção NNE a NNW, e mergulhos verticais, tais como o lineamento Fazenda Nova (Fig. 2). Quatro tipos de associações litológicas constituem os componentes principais do embasamento metamórfico no sudoeste de Goiás:

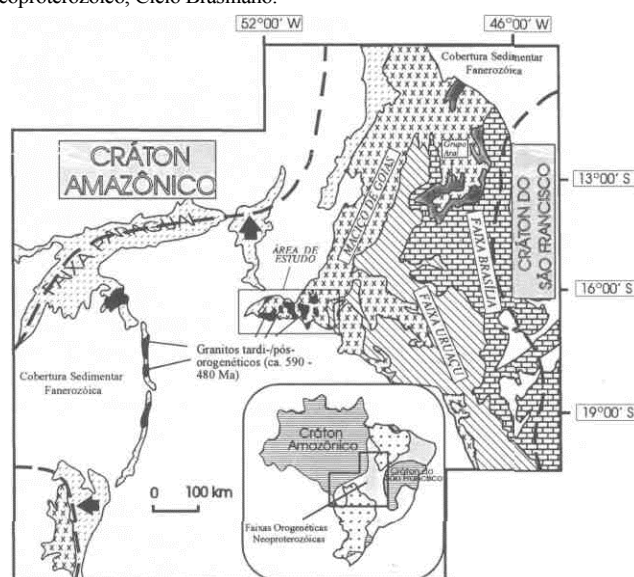


Figura 1 — Mapa geológico esquemático da Província Tocantins, mostrando a área do presente estudo

Figure 1 - Geologic sketch map of the Tocantins Province, indicating the study area

(i) Ortognaisses cálcicos a cálcio-alcálicos homogêneos, portadores de hornblenda e biotita (e.g. gnáisses de Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia). Texturas e estruturas ígneas preservadas são raras nessas rochas; no entanto, feições, tais como enclaves máficos deformados, pequenos diques leucocráticos tardios e texturas porfíricas reliquias, são observadas localmente e atestam a natureza plutônica dos protólitos. Pimentel *et al.* (1991) reportam

* Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910-900, Brasília, DF, Brasil

idade U-Pb em zircões de 899 ± 7 Ma, para a cristalização das rochas intrusivas originais do gnaiss de Arenópolis; (ii) Sequências metavulcânicas/metasedimentares semelhantes às de arcos de ilhas (e.g. Bom Jardim de Goiás, Arenópolis, Iporá, Jaupaci) são constituídas por metabasaltos toleíticos de baixo-K, metabasaltos cálcio-alcinos, metandesitos, metadacitos e metarriolitos (Seer 1985, Pimentel & Fuck 1986, 1987b, Amaro 1989). Pimentel *et al.* (1991) reportam idades U-Pb em zircões de 929 ± 8 Ma e 764 ± 14 Ma, para rochas metarriolíticas das Sequências de Arenópolis e Jaupaci, respectivamente. Metarriolitos milonitizados da Sequência de Jaupaci apresentam idade isocrônica de 594 ± 37 Ma ($R_0 = 0,7051 \pm 0,0006$, Pimentel *et al.* 1991). Idade Rb-Sr semelhante (600 ± 31 Ma, $R_0 = 0,7036 \pm 0,0048$) foi apresentada pelos mesmos autores para metarriolitos milonitizados expostos ao longo do Lineamento Fazenda Nova, nas proximidades da cidade de

Fazenda Nova (Fig. 2). Ambas as idades são interpretadas como o registro da época de recristalização metamórfica dessas rochas;

(iii) Sequências predominantemente metapelíticas, contendo micaxistos com granada, estaurólita, cianita e sillimanita, mármore impuros, *metacherts* e anfibolitos, bem como corpos máfico-ultramáficos de variadas dimensões, foram interpretadas por Pimentel & Fuck (1987b) como pequenos remanescentes de complexos ofiolíticos fortemente deformados e desmembrados. Duas ocorrências principais de corpos dessa natureza são observadas na região, indicando a possível existência de ao menos duas zonas de sutura de bacias oceânicas estreitas, entre arcos de ilhas (Fig. 2); (iv) Granitos milonitizados, formando corpos estreitos e alongados, tais como o Granito da Serra do Tatu. A foliação milonítica é normalmente vertical e fortemente desenvolvida ao longo dos contatos entre o granito e unidades vizinhas.

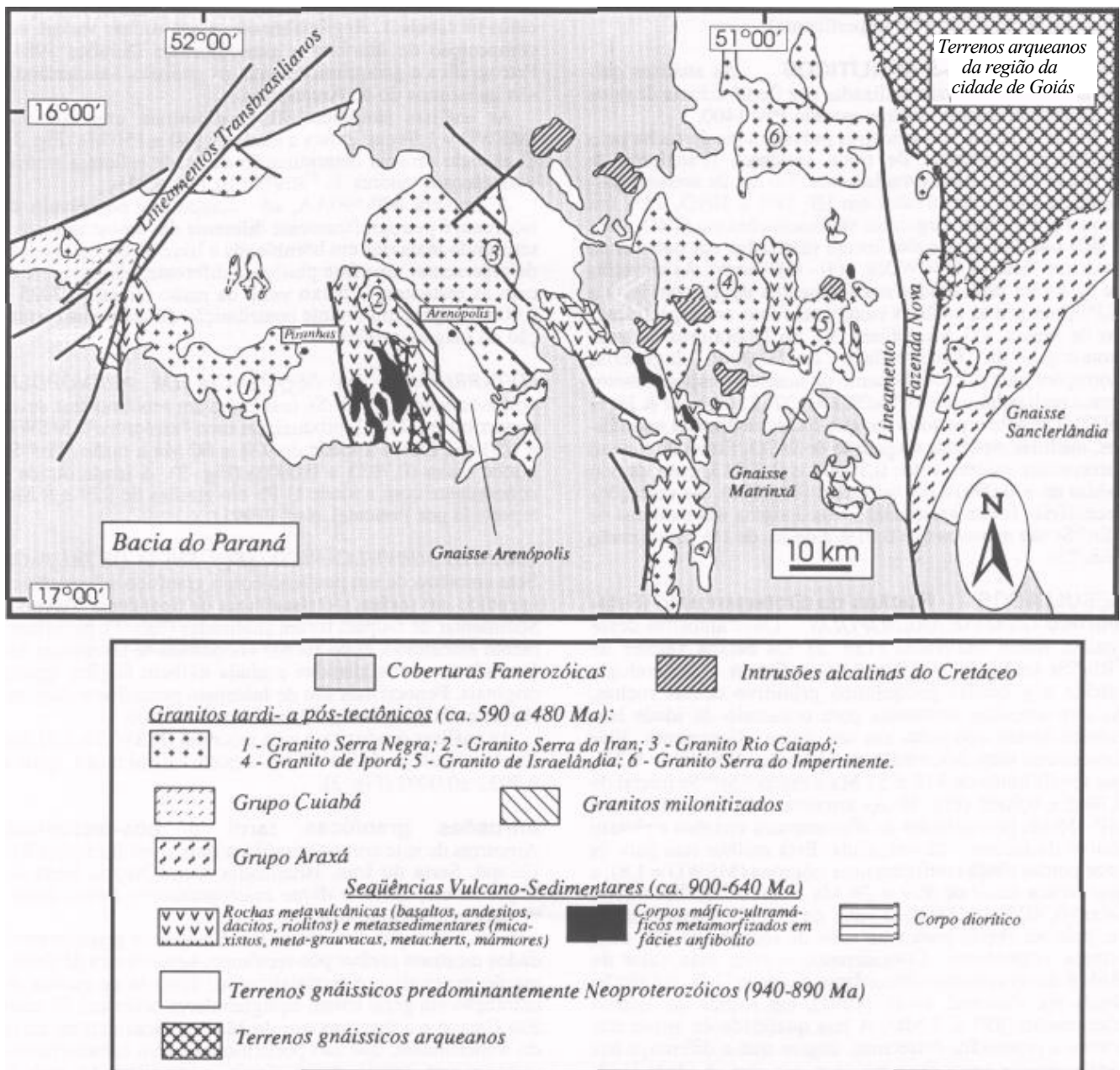


Figura 2 - Mapa geológico esquemático da região oeste de Goiás. Veja figura 1 para localização
 Figure 2 - Geologic sketch map of western Goiás. See figure 1 for locations

Os dados geocronológicos preliminares pelo método U-Pb, bem como dados geoquímicos e de isótopos de Nd disponíveis na literatura, indicam que parte substancial das unidades metagêneas que constituem o embasamento metamórfico no sudoeste de Goiás tiveram seus protólitos magmáticos adicionados à crosta continental, em ambiente de arco magmático, durante o Neoproterozóico (Pimentel *et al.* 1991, Pimentel & Fuck 1991,1992). Os valores positivos de e_{Nd} (entre +2,5 e +6,9), registrados para essas rochas, indicam a presença de componente fortemente depletado no manto-fonte dos magmas originais (Pimentel & Fuck 1992).

As rochas ortognáissicas e sequências vulcano-sedimentares são intrudidas por vários corpos graníticos tardi-pós-tectônicos, alojados durante os estágios finais de evolução do Ciclo Brasileiro na região (ca. 590 e 480 Ma; Pimentel *et al.* 1985, Pimentel & Fuck 1987a). Trata-se de corpos graníticos de grandes dimensões, que variam desde intrusões do tipo I-Caledoniano (*e.g.* Granitos Rio Caiapó e Serra do Iran, Fig. 2) ao tipo A (*e.g.* fases tardias dos Granitos Iporá e Serra do Impertinente).

PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS As análises químicas de Rb e Sr foram realizadas por fluorescência de raios X em espectrômetro Phillips modelo PW 1400.

Sr foi separado das amostras pulverizadas de rocha pelo método convencional de troca catiônica (Pankhurst & O'Nions 1973). Aproximadamente 200 mg de amostra pulverizada foram dissolvidos em HF 48% e HNO₃ 16M em bequeres de teflon. Seguiram-se dissoluções em HNO₃ 16M e HCl 6M. As separações foram realizadas em colunas de troca catiônica (AG 50W X8, 200 - 400 mesh). As amostras de Sr foram depositadas em filamentos de Ta com H₂O e H₃PO₄ puros e as análises isotópicas feitas em espectrômetro de massa VG Micromass 30, no laboratório de geocronologia da Universidade de Oxford, Inglaterra. Correções para o fracionamento de massa no espectrômetro foram realizadas usando $^{88}Sr/^{86}Sr = 8,37521$ (Steiger & Jäger 1977). Durante o período em que foram realizadas as análises, medidas repetidas do padrão de SrCO₃ Eimer & Amend forneceram valores entre 0,70807 e 0,70813, com desvio médio de + 0,00010 do valor real (0,70800). As correções necessárias foram aplicadas. Erros 2 sigma nas medidas de $^{87}Sr/^{86}Sr$ são menores que 0,01% e de ca. de 1% para a razão $^{87}Rb/^{86}Sr$.

RESULTADOS Rochas do Embasamento Meta-mórfico GNAISSE ARENÓPOLIS Onze amostras desse gnaíse foram analisadas (Tab. 1). Os baixos valores de $^{87}Rb/^{86}Sr$ (entre ca. 0,10 a 0,84) refletem a mineralogia cálcica e o caráter geoquímico primitivo dessas rochas. As oito amostras utilizadas para o cálculo da idade isocronica foram coletadas em um único afloramento. Elas forneceram uma isocrona bem ajustada (MSWD = 0,33), que revela idade de 818 ± 57 Ma e razão $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial de 0,7042 ± 0,0005 (Fig. 3). As amostras MP-154, MP-155 e MP-558 são provenientes de afloramentos vizinhos e plotam abaixo da melhor reta calculada. Esta melhor reta para os onze pontos ainda configura uma isocrona (MSWD = 1,8), a qual indica idade de 909 ± 29 Ma e razão $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial baixa (0,7033 ± 0,0002). O valor de 818 Ma é aqui preferido, pois foi obtido para uma suíte de rochas que são, com certeza, cogenéticas. Considerando o erro, esse valor de idade é marginalmente discordante da idade U-Pb em zircão obtida por Pimentel *et al.* (1991), em rochas do mesmo afloramento (899 ± 7 Ma). A boa qualidade do ajuste dos pontos à regressão, entretanto, sugere que a diferença nas idades obtidas pelos dois métodos seja real. A idade U-Pb reflete a cristalização do protólito plutônico, enquanto a isocrona Rb-Sr registra a época de fechamento final do sistema isotópico Rb-Sr, provavelmente após prolongado

período de resfriamento do protólito, a profundidades consideráveis na crosta continental. Alternativamente, é possível que a idade isocronica Rb-Sr de ca. 818 Ma esteja refletindo re-homogeneização isotópica do sistema Rb-Sr, devido a uma fase metamórfica daquela idade.

GNAISSE MATRINXÃ Oito amostras desse ortognaíse portador de biotita foram investigadas (Tab. 1). As amostras revelaram uma faixa muito estreita de variação da razão $^{87}Rb/^{86}Sr$ (0,08 a 0,23), o que resultou, juntamente com a considerável dispersão dos pontos analíticos da melhor reta (MSWD = 12), no grande valor do erro na determinação da idade (895 ± 290 Ma, Fig. 3). A razão $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial é bastante baixa (0,7026 ± 0,0007) e compatível com uma curta história crustal prévia dos precursores do Gnaíse Matrinxã.

GNAISSE SANCLERLÂNDIA Resultados analíticos de oito amostras desse gnaíse, rico em hornblenda e epidoto, estão na tabela 1. Regionalmente, essas rochas variam em composição de diorítica a granodiorítica (Simões 1984). Petrográfica e geoquimicamente, os gnaíses Sanclerlândia são indistintos do de Arenópolis.

As análises isotópicas Rb-Sr definiram uma isocrona (MSWD = 1,5) que indica a idade de 940 ± 150 Ma (Fig. 3). O elevado erro na determinação da idade reflete a restrita variação nos valores de $^{87}Rb/^{86}Sr$ (0,11 a 0,23).

A amostra MP-590AA, não computada no cálculo da isocrona, é petrograficamente diferente das amostras restantes, sendo mais rica em hornblenda e livre de biotita, podendo representar uma fase plutônica diferente, não-cogenética com as restantes. O baixo valor da razão inicial (0,7025 ± 0,0004) sugere importante contribuição do manto na formação do magma original.

METARRIOLITO DA SEQUÊNCIA DE ARENÓPOLIS Análises isotópicas Rb-Sr, realizadas em seis amostras desse metarriolito (Tab. 2), produziram uma "errôcrona" (MSWD = 6,9) que indica a idade de 933 ± 60 Ma e razão $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial baixa (0,7035 ± 0,0003) (Fig. 3). A idade obtida é concordante com a idade U-Pb em zircões de 929 ± 8 Ma, reportada por Pimentel *et al.* (1991).

GRANITO SUBVULCÂNICO (SEQUÊNCIA DE JAUPACI) Sete amostras de um pequeno corpo granítico subvulcânico intrudido em rochas metabasálticas da Sequência Vulcano-Sedimentar de Jaupaci foram analisadas (Tab. 1). No afloramento amostrado, essas rochas encontram-se levemente deformadas e recristalizadas e ainda exibem feições ígneas originais. Fenocristais são de feldspato potássico e quartzo. Hornblenda é o principal componente máfico.

As análises produziram uma isocrona (MSWD = 1,7) que revela a idade de 643 ± 19 Ma e razão inicial baixa, igual a 0,7032 ± 0,0002 (Fig. 3).

Intrusões graníticas tardi a pós-tectônicas

Amostras de sete corpos graníticos intrusivos (Granitos Rio Caiapó, Serra do Iran, Israelândia, Serra Negra, Serra do Impertinente, Iporá e dique microgranítico) foram investigadas pelo método Rb-Sr.

Com a exceção do Granito Rio Caiapó, os granitos estudados mostram caráter pós-tectônico, sendo livres de deformação penetrativa e recristalização. Trata-se de rochas de coloração em geral rósea, equigranulares (exceto o Granito Rio Caiapó e a fase precoce do Maciço Granítico da Serra do Impertinente, que são porfiríticos) e têm características geoquímicas gerais comparáveis a granitos do tipo I-Caledoniano e do tipo A. Pequenos plutons de composição gabrótica a diorítica são encontrados nas intrusões do Rio Caiapó, Israelândia e Iporá.

Tabela 1 - Dados isotópicos Rb-Sr para os Gnaisses Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia e para as rochas metavulcânicas e subvulcânicas de Arenópolis e Jaupaci (* são amostras de metabasaltos)

Table 1 - Rb-Sr isotopic data for the Arenópolis, Matrinxã and Sanclerlândia gneisses, and Arenópolis and Jaupaci metavolcanic and subvolcanic rocks (* are metabasalt samples)

Amostra	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Gnaisse Arenópolis				
MP-557C	147	510	0,835	0,71398
MP-557D	126	650	0,559	0,71081
MP-557F	121	569	0,617	0,71141
MP-557N	119	486	0,707	0,71246
MP-557G	115	566	0,587	0,71110
MP-557H	116	578	0,578	0,71086
MP-557L	117	574	0,592	0,71108
MP-558	32	932	0,099	0,70461
MP-557M	120	461	0,756	0,71300
MP-154	76	713	0,309	0,70717
MP-155	110	1022	0,311	0,70737
Gnaisse Matrinxã				
VIS-572A	43	742	0,168	0,70477
VIS-572C	48	1036	0,133	0,70418
VIS-572E	60	640	0,269	0,70644
VIS-572G	50	673	0,214	0,70493
VIS-572H	34	1211	0,081	0,70387
VIS-572L	45	1150	0,113	0,70412
VIS-572F	48	963	0,143	0,70450
VIS-572J	44	737	0,172	0,70469
Gnaisse Sanclerlândia				
MP-590AA	2,5	821	0,009	0,70317
MP-590AC	42	526	0,231	0,70547
MP-590E	42	583	0,206	0,70526
MP-590F	27	587	0,133	0,70418
MP-590G	23	619	0,108	0,70390
MP-590H	25	623	0,116	0,70398
MP-590I	30	531	0,162	0,70480
MP-590J	34	556	0,175	0,70482
Metavulcânicas de Arenópolis				
MP-235A	4,8	145	0,096	0,70477
MP-235B	7,0	161	0,126	0,70541
MP-336	21	102	0,585	0,71135
MP-235F	6,3	192	0,096	0,70452
MP-235E	6,6	273	0,071	0,70460
MP-246	14	58	0,723	0,71314
MP-64I*	4,6	103	0,131	0,70433
MP-60C*	4,2	216	0,058	0,70368
Granito Subvulcânico de Jaupaci				
VIS-267B	39	801	0,142	0,70455
VIS-267F	120	276	1,26	0,71447
VIS-267E	41	841	0,14	0,70433
VIS-267G	112	305	1,06	0,71299
VIS-267J	109	282	1,12	0,71346
VIS-267H	109	281	1,12	0,71344
VIS-267D	107	280	1,10	0,71334

GRANITO RIO CALAPÓ Nove amostras da principal fácies (granito porfirítico portador de homblenda e biotita, levemente deformado e recristalizado) dessa intrusão foram estudadas (Tab. 2). A idade isocrônica (MSWD = 1,4) de 587 ± 17 Ma (Fig.3) concorda com a obtida por Pimentel & Fuck (1987b) por intermédio de uma isócrona com quatro pontos (585 ± 12 Ma). Entretanto, a razão inicial obtida aqui ($0,7058 \pm 0,0003$) é consideravelmente mais elevada que o valor previamente publicado ($0,7038 \pm 0,0003$). Dados usados no cálculo da regressão correspondem a amostras

coletadas em uma área restrita na porção central da intrusão, onde o granito é petrograficamente homogêneo. As amostras MP-443 e MP-444 são provenientes da borda oeste do maciço e plotam abaixo da reta de regressão definida, sugerindo que elas não são cogenéticas com o restante das amostras. A margem oeste do granito é caracterizada em vários locais pela abundância de enclaves parcialmente digeridos do Gnaisse Arenópolis encaixante. Assim, é possível que a homogeneidade isotópica de Sr a nível regional não tenha sido alcançada.

Uma idade K-Ar de 522 ± 16 Ma (Hasui & Almeida, 1970) reflete resfriamento regional para temperaturas abaixo de ca. 250°C.

Amostra proveniente de um pequeno pluton gabróico, exposto na parte sudoeste do batólito, também foi analisada (amostra MP-412A). Essa amostra representa a rocha gabróica geoquimicamente menos evoluída (SiO_2 de ca. 50%). A análise também plota abaixo da reta de regressão calculada para as rochas de composição granítica, revelando desequilíbrio isotópico entre as fases máficas e fêlsicas do batólito. A razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial estimada para o gabro (ca. 0,7035 há 587 Ma) é consideravelmente menor que a

computada para os granitos, o que sugere fontes diferentes (ou diferentes proporções de contaminação crustal) para os magmas parentais dos dois membros finais.

GRANITO SERRA DO IRAN Quatro das 16 amostras investigadas são da fase gabro-diorítica precoce dessa intrusão. As restantes correspondem a biotita granitos (*s.s.*), que constituem a fase tardia da intrusão. Os resultados analíticos estão na tabela 2.

As quatro amostras gabro-dioríticas se alinham grossiramente ao longo de uma regressão que aponta idade aproximada de 620 Ma e razão inicial próxima de 0,704 (Fig. 4).

Tabela 2 - Dados isotópicos Rb-Sr para rochas graníticas do oeste de Goiás (* - gabro-dioritos; 1 - fácies porfírica precoce, 2 - fácies equigranular tardia)

Table 2 - Rb-Sr isotopic data for granites from western Goiás (* - gabbro-diorite; 1 - early porphyritic fácies; 2 - late equigranular fácies)

Amostra	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Granito Rio Caiapó				
MP-461A	134	547	0,708	0,71158
MP-465	129	228	1,640	0,71940
MP-443	17	838	0,060	0,70510
MP-446	126	346	1,060	0,71464
MP-474	162	270	1,730	0,72029
MP-444	46	1036	0,128	0,70575
MP-445	137	298	1,330	0,71705
MP-461C	135	568	0,690	0,71162
MP-461E	130	455	0,826	0,71287
MP-412 (gabro)	20	394	0,145	0,70483
Granito Serra do Iran				
MP-429*	105	560	0,541	0,70891
MP-428*	66	635	0,299	0,70657
MP-432A*	79	457	0,500	0,70812
MP-432B	83	463	0,516	0,70837
MP-436	147	50	8,510	0,77550
MP-439B	218	124	5,110	0,74738
MP-435B	195	69	8,260	0,77385
MP-440A	202	131	4,480	0,74363
MP-433B	180	64	8,180	0,77074
MP-434	205	28	21,40	0,88621
MP-433A	192	63	8,870	0,77734
MP-440B	195	150	3,760	0,73770
MP-439A	211	109	5,600	0,75199
MP-435A	192	89	6,300	0,75626
MP-442	204	261	2,270	0,72286
MP-430	120	9	40,20	1,06919
Granito Israelândia				
MP-529	59	25	6,95	0,75954
MP-477A	123	188	1,89	0,71985
MP-478A	134	150	2,58	0,72478
MP-522	163	140	3,37	0,73190
MP-523	121	174	2,02	0,72042
MP-525	166	133	3,64	0,73311
MP-527A	129	131	2,86	0,72690
MP-479	165	180	2,65	0,72536
MP-488C	128	151	2,46	0,72410
MP-521A	127	127	2,91	0,72697
Granito Serra do Impertinente				
MP-494A ¹	169	43	11,4	0,79649
MP-495A ¹	196	108	5,28	0,74600
MP-493B ¹	193	74	7,52	0,76548
MP-503A ¹	166	169	2,85	0,72640
MP-506A ¹	167	143	3,37	0,73142
MP-503B ¹	167	174	2,78	0,72596
MP-507 ²	191	167	3,31	0,72934
MP-501 ²	177	44	11,7	0,78831
MP-512A ²	214	83	7,55	0,75864
MP-515A ²	135	161	2,42	0,72377
MP-512B ²	157	88	5,17	0,74212

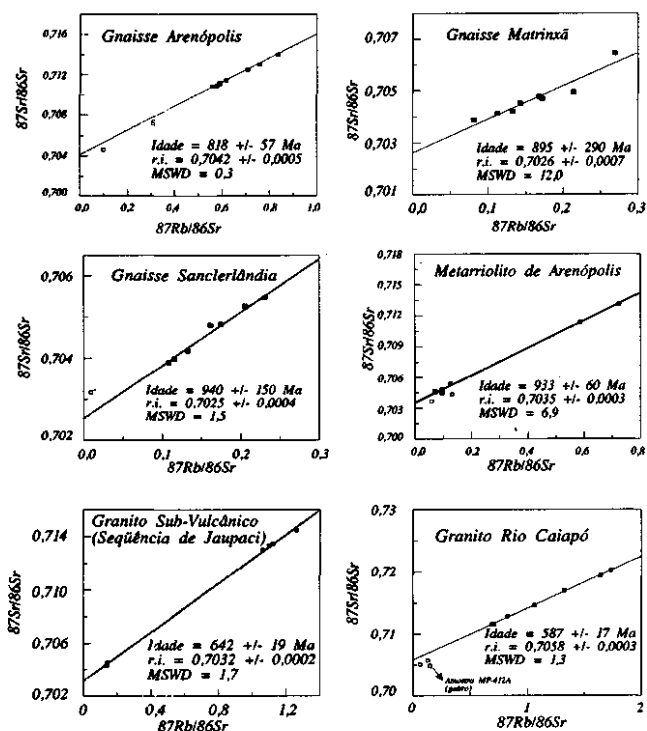


Figura 3 — Diagramas isocrônicos Rb-Sr. Quadrados não-preenchidos representam pontos analíticos não-incluídos na regressão

Figure 3 - Rb-Sr isochron diagrams. Open squares are analytical points not included in regressions

Onze amostras do granito (s.s.) formam uma "errócrona" (MSWD = 8,6), com idade de 588 ± 19 Ma e razão inicial de $0,7044 \pm 0,0020$ (Fig.4). O mau ajuste dos pontos analíticos à regressão provavelmente deve-se à heterogeneidade isotópica inicial do magma parental, resultando em mistura incompleta das fusões anatéticas. O mesmo é indicado pelas composições isotópicas Sm-Nd dessas rochas (dados inéditos de Pimentel 1991). Os valores de $\epsilon_{Nd}(T_{DM})$ dessas rochas variam entre +2,0 a -2,7, formando uma faixa de variação que é consideravelmente maior que a permitida pelos erros analíticos unicamente.

GRANITO ISRAELÂNDIA Dez amostras do Granito Israelândia foram analisadas (Tab. 2) pelo método Rb-Sr e produziram a isócrona (MSWD = 2,5) mostrada na figura 4, que indica a idade de 554 ± 20 Ma e a razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial de $0,7045 \pm 0,0009$. A idade isocrônica Rb-Sr é algo mais jovem que a idade U-Pb de 579 ± 3 Ma obtida para uma fração de esfenos separada desse granito (Pimentel 1991). Casos em que as idades isocrônicas Rb-Sr de granitos pós-tectônicos são até 200 Ma mais jovens que as idades de cristalização indicadas, a partir de dados U-Pb em minerais, são reportadas na literatura (e.g. Beakhouse *et al.* 1988). A redistribuição do Sr, associada com a alteração deutérica durante o resfriamento da intrusão, é a causa mais provável da discordância. Nesses casos, resultados Rb-Sr isocrônicos, apesar de precisos e de apresentar os requisitos necessários que caracterizam uma boa isócrona, podem não carregar significado em termos de cristalização ígnea.

GRANITO SERRA DO IMPERTINENTE Isócronas Rb-Sr foram usadas para datar as duas principais fases magmáticas que integram essa intrusão. O bom ajuste dos pontos às regressões, bem como a larga faixa de variação Rb/Sr (Tab. 2) permitiram a determinação de idades relativamente precisas.

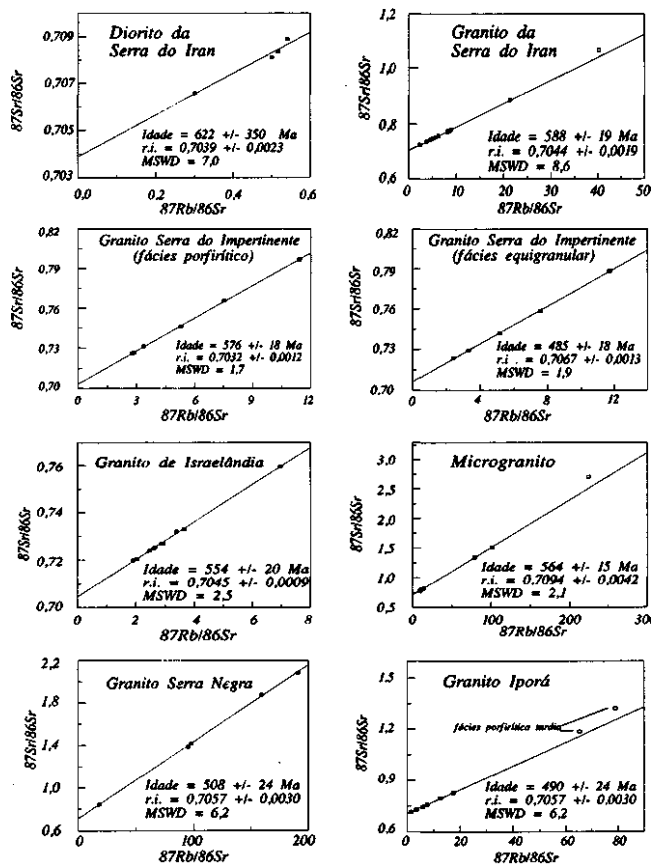


Figura 4 - Diagramas isocrônicos Rb-Sr. Quadrados não-preenchidos representam pontos analíticos não-incluídos na regressão

Figure 4 - Rb-Sr isochron diagrams. Open squares are analytical points not included in regression

Fácies Porfírica Precoce Os biotita granitos, que caracterizam essa fase intrusiva, são marcados pela textura porfírica (megacristais de feldspato potássico), isotrópica e coloração rósea. A isócrona (MSWD = 1,7) obtida para essa fácies indica a idade de 576 ± 18 Ma e razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial de $0,7032 \pm 0,0012$ (Fig. 4).

Fácies equigranular tardia Biotita granitos que compõem essa fácies mostram característica coloração avermelhada, são equigranulares e não-deformados. Resultados isotópicos Rb-Sr produziram isócrona (MSWD = 1,9, Fig. 4) indicando a idade de 485 ± 18 Ma e razão inicial ($0,7067 \pm 0,0013$), consideravelmente mais elevada que a da fácies porfírica. As duas fases representam, portanto, dois episódios magmáticos pós-tectônicos distintos em um mesmo local. A diferença nos valores das razões iniciais das duas fases sugere fontes de características diferentes para os magmas originais.

GRANITO SERRA NEGRA Essa intrusão, exposta oeste da cidade de Piranhas, é caracterizada predominantemente por biotita granitos equigranulares de coloração rósea a vermelha, não-deformados. Uma isócrona bem ajustada (MSWD = 1,1; Fig. 4) foi obtida com os resultados analíticos de cinco amostras (Tab. 3) e revela a idade de 508 ± 18 Ma e razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial de $0,710 \pm 0,003$. A razão inicial é mal definida devido aos elevados valores das razões Rb/Sr. A idade K-Ar de 488 ± 15 Ma, em biotitas desse granito (Hasui & Almeida 1970), sugere resfriamento relativamente

rápido da intrusão, o que é compatível com o elevado nível crustal de alojamento do corpo, sugerido pela presença de cavidades miarolíticas e diques pegmatíticos.

GRANITO IPORÁ Análises Rb-Sr de amostras do Granito Iporá (Tab. 3) forneceram uma errôcrona (MSWD = 6,0) que indica a idade de 490 ± 24 Ma e razão inicial de $0,7057 \pm 0,0030$ (Fig. 4). As amostras MP-487B e MP-487D, representantes de uma fácies tardia, porfirítica, leucocrática e rica em álcalis, não foram incluídas no cálculo da idade.

A amostra MP-546A (Tab.3) corresponde a diorito de um pequeno corpo máfico, na porção noroeste da intrusão. Evidências de campo demonstram contemporaneidade entre os líquidos máficos e félsicos originais. A razão $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ inicial estimada para o diorito (0,7037), entretanto, é mais baixa que a computada para as rochas graníticas (s.s.) e provavelmente reflete proporção maior de material derivado de fonte com razão Rb/Sr mais baixa.

DIQUE DE MICROGRANITO Seis amostras de dois diques de microgranito, que constituem pequeno enxame de diques cortando rochas metavulcânicas da Sequência de Arenópolis e o granito milonítico da Serra do Tatu, foram analisadas pelo método Rb-Sr (Tab. 3). As razões $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ são extremamente elevadas, variando entre *ca.* 8,9 e 224. A isócrona (MSWD = 2,5), construída com as cinco amostras provenientes de um único dique, indica a idade de 564 ± 15 Ma e razão inicial de $0,7094 \pm 0,0043$ (Fig. 4). A amostra MP-60 pertence a um outro dique e plota acima da regressão.

CONCLUSÕES Os dados geocronológicos aqui apresentados, conjugados com dados U-Pb em minerais de Pimentel *et al.* (1991), revelam dois eventos principais de formação de rochas no oeste de Goiás: (i) entre *ca.* 940 e 890 Ma, foram formados e adicionados à crosta continental os precursores ígneos dos Gnaisses Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia e dos metarrolitos da Sequência de Arenópolis; dados isotópicos de Nd, nessas rochas ortognaissicas

Tabela 3 - Dados isotópicos Rb-Sr para rochas graníticas do oeste de Goiás (1 - fácies porfirítica tardia)

Table 3 - Rb-Sr isotopic data for granites from western Goiás (1 - late porphyritic facies)

Amostra	Rb(ppm)	Sr(ppm)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Granito Iporá				
MP-546	161	416	1,12	0,71157
MP-552	145	286	1,47	0,71572
MP-481A	198	77	7,51	0,75952
MP-542	294	49	17,4	0,82501
MP-551A	170	149	3,31	0,72784
MP-541	276	64	12,5	0,79492
MP-544	208	106	5,72	0,74544
MP-487B ¹	314	12	78,9	1,32242
MP-487D ¹	342	16	65,1	1,18472
Granito Serra Negra				
MP-437A	256	41	18,3	0,84466
MP-448D	312	10	95,1	1,38793
MP-437E	365	7,1	159	1,87793
MP-448E	313	10	97,8	1,41844
MP-437B	347	6,2	191	2,08327
Microgranito				
MP-64C	213	55	11,3	0,80091
MP-64G	180	59	8,86	0,78151
MP-64E	448	18	78,5	1,34652
MP-64B	576	18	101	1,51673
MP-64D	198	40	14,6	0,82462
MP-60	947	15	224	2,7011

e metavulcânicas, indicam derivação a partir de fontes mantélicas, caracterizando evento de acreção crustal do Neoproterozóico (Pimentel & Fuck 1992); (ii) entre *ca.* 590 e 485 Ma, foram formadas as intrusões granitóides tardi a pós-tectônicas (Granitos Rio Caiapó, Serra do Iran, Serra do Impertinente, Serra Negra e Iporá e enxame de diques micrograníticos).

A atividade ígnea neoproterozóica não foi restrita aos episódios acima. Dados geocronológicos Rb-Sr e U-Pb, para rochas metavulcânicas e subvulcânicas da Sequência de Jaupaci, indica atividade ígnea entre *ca.* 760 e 640 Ma naquela área. Dados geocronológicos adicionais são necessários para avaliar a extensão dessa atividade.

Isócronas Rb-Sr em rochas miloníticas das áreas de Israelândia-Jaupaci e Fazenda Nova produziram idades de *ca.* 594 e 600 Ma para a recristalização dessas rochas (Pimentel *et al.* 1991). Tais idades concordam, dentro do erro analítico,

com as idades U-Pb em esfero (*ca.* 630 e 580 Ma), que representam, de acordo com Pimentel *et al.* (1991), idades metamórficas. Essas idades de metamorfismo/recristalização são tipicamente de *ca.* 600 ± 50 Ma, coincidindo grosseiramente com o pico do principal evento tectônico-metamórfico do Ciclo Brasileiro no Brasil Central. Esse evento, que causou generalizado reajuste do sistema isotópico K-Ar em minerais, em toda a região no fim do Proterozóico, é caracterizado na região oeste de Goiás pela recristalização de rochas com > 600 Ma de idade e pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento, que são uma das principais feições estruturais do embasamento metamórfico da área.

Os dados apresentados mostram que a resposta do sistema Rb-Sr rocha-total, nos ortognaisses e metavulcânicas estudadas, frente o metamorfismo/recristalização ocorrido há *ca.* de 600 Ma, varia consideravelmente. No caso do

Gnaiss Arenópolis, com cerca de 900 Ma de idade, o sistema isotópico Rb-Sr "sobreviveu" ao evento metamórfico sofrido por essas rochas há *ca.* 630 Ma (idade U-Pb em esfeno, Pimentel *et al.* 1991) e indica uma idade de 818 Ma. Entretanto, no caso do Metarriolito de Jaupaci (764 Ma, idade U-Pb em zircão), o sistema Rb-Sr rocha-total foi reequilibrado há *ca.* 587 Ma. O comportamento diferenciado do sistema Rb-Sr, nos dois exemplos acima, está provavelmente relacionado com a disponibilidade de sítios cristalográficos que acomodam Sr após o evento de metamorfismo. O Gnaiss Arenópolis é caracterizado por uma mineralogia rica em Ca Plagioclásio cálcico, hornblenda e epidoto abundantes proveram os sítios cristalográficos adequados à acomodação de Sr produzido em fases minerais de alta razão Rb/Sr, impedindo a re-homogeneização isotópica em escala maior que a da amostra de mão.

O Metarriolito de Jaupaci, por outro lado, é caracterizado por mineralogia pobre em fases cálcicas, dispondo, portanto, de poucos sítios favoráveis à retenção de Ca após a recristalização, fato que ocasionaria a perda de Sr radiogênico do sistema rocha-total e consequente reajuste do sistema isotópico Rb-Sr.

Após o último evento metamórfico/deformacional, datado em *ca.* de 600 Ma, foram alojados os corpos graníticos, os quais apresentaram idades isocrônicas Rb-Sr entre *ca.* 590 e 485 Ma, compatíveis com o caráter tardio a pós-orogênico do magmatismo. As razões iniciais $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ variam entre *ca.* 0,703 e 0,710 e sugerem componentes crustais e mantélicos na origem dos magmas originais.

Agradecimentos Os autores agradecem ao CNPq e PADCT, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, V.E. 1989. *Geologia e Petrologia da Sequência Metavulcânica de Jaupaci - GO e Lineamentos Associados*. Brasília. 213 p. (Dissertação de Mestrado, IG/UnB).
- BEAKHOUSE, G.P.; McNUTT, R.H.; KROGH, T.E. 1988. Comparativo Rb-Sr and U-Pb zircon geochronology of late to post-tectonic plutons in the Winnipeg River Belt, Northwestern Ontario, Canada. *Chem. Geol.* 72:337-351.
- FUCK, R.A.; PIMENTEL, M.M.; BOTELHO, N.F. 1987. Granitoid rocks in west-central Brazil: a review. In: INTERN. SYMP. GRANITES AND ASSOCIATED MINERALIZATIONS, 1. Salvador, 1987. *Extended Abstracts...* Salvador, SGRM. p. 53-59.
- HASUI, Y. & ALMEIDA, F.F.M. 1970. Geocronologia do Centro-Oeste brasileiro. *Boi. Soe. Brás. Geol.*, 19(1):5-26.
- MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DARDENNE, M.A.; DANNI, J.C.M. 1984. Província Tocantins. Setores central e sudeste. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. eds. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Edgar Blücher. p. 205-264.
- PANKHURST, R.J. & O'NIONS, R.K. 1973. Determination of Rb/Sr and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios of some standard rocks and evaluation of X-ray fluorescence spectrometry in Rb-Sr geochronology. *Chem. Geol.* 12:127-136.
- PIMENTEL, M.M. 1991. *Late Proterozoic Crustal Evolution of the Tocantins Province in Central Brazil: an Isotopic and Geochemical Study*. England. 248 p. (Ph. D. Thesis, University of Oxford).
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1986. Geologia da sequência vulcano-sedimentar de Arenópolis (GO). *Rev. Brás. Geoc.*, 16(2):217-223.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1987a. Origem e evolução das rochas metavulcânicas e metaplutônicas da região de Arenópolis (GO). *Rev. Brás. Geoc.*, 17(1):2-14.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1987b. Late Proterozoic granitic magmatism in southwestern Goiás, Brazil. *Rev. Brás. Geoc.*, 17(4):415-425.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1991. Origin of orthogneiss and metavolcanic rock units in western Goiás: Neoproterozoic crustal accretion. *Geochim. Brasil.*, 5(1/2):133-152.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20:375-379.
- PIMENTEL, M.M.; FUCK, R.A.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1985. Geocronologia de rochas graníticas e gnáissicas da região de Arenópolis-Piranhas, Goiás. *Rev. Brás. Geoc.*, 15(1):3-8.
- PIMENTEL, M.M.; HEAMAN, L.; FUCK, R.A. 1991. Zircon and sphene U-Pb geochronology of Upper Proterozoic volcanic-arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *J. South Am. Earth Sei.*, 4:295-305.
- SEER, H.J. 1985. *Geologia, Deformação e Mineralização de Cobre no Complexo Vulcano-Sedimentar de Bom Jardim de Goiás*. Brasília. 230 p. (Dissertação de Mestrado, IG-UnB).
- SIMÕES, L.A. 1984. *Geologia do Grupo Araxá na Região de Mossâmedes - Goiás e as Ocorrências Minerais Associadas*. Brasília, p. 219 p. (Dissertação de Mestrado, IG-UnB).
- STEIGER, R.H. & JAGER, E. 1977. Subcommittee on geochronology convention on the use of decay constants in geo and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36:359-362.

MANUSCRITO A762

Recebido em 9 de junho de 1993

Revisão do autor em 26 de janeiro de 1994

Revisão aceita em 31 de março de 1994