REAJUSTE DO SISTEMA ISOTÓPICO Sm-Nd DURANTE O NEOPROTEROZOICO EM GNAISSES DO OESTE DE GOIÁS

MÁRCIO M. PIMENTEL*

ABSTRACT RE-SETTING OF THE Sm-Nd ISOTOPIC SYSTEM DURING THE NEOPROTEROZOIC IN GNEISSES FROM WESTERN GOIÁS. The Nd, Sr and Pb isotopic compositions of the Ribeirão gneiss in western Goiás demonstrate that these rocks have been through a very complex crustal history. Sm and Nd isotopes show that the sialic material forming these gneisses has been resident in the terrestrial continental crust since the Archaean. Whole-rock Rb-Sr and Pb-Pb isochrons indicate a Paleoproterozoic re-homogenization event (ca. 1.8 Ga) while the whole-rock Sm-Nd isotopic system reveals an even younger re-setting event (820 ± 220 Ma; $\varepsilon_{\text{Chur}} = -26.7$). The Neoproterozoic re-equilibrium of the Sm-Nd isotopic system is contemporaneous with an important regional tectono-magmatic event which was characterized by intense island arc-type magmatic activity giving origin to a series of volcano-sedimentary and orthogneissic units in western Goiás (e.g. Arenópolis volcano-sedimentary sequence and Arenópolis, Matrinxã and Sanclerlândia orthogneisses). The Neoproterozoic isotopic re-homogenization is responsible for the broad range in TDM model ages obtained for the individual samples (3.8-2.8 Ga). None of these model ages, therefore, bear crust formation significance.

Keywords: Sm-Nd, re-setting, metamorphism, Neoproterozoic.

RESUMO As composições isotópicas de Nd, Sr e Pb do gnaiss Ribeirão, no oeste de Goiás, registram uma história crustal bastante complexa. Isótopos de Sm e Nd indicam que o material original do gnaiss é residente na crosta continental desde épocas arqueanas. Isócronas rocha-total Rb-Sr e Pb-Pb indicam reajuste isotópico desses sistemas no Paleoproterozóico (ca. 1,8 Ga), enquanto o sistema Sm-Nd rocha-total revela um evento re-homogeneizador ainda mais jovem (820 ± 220 Ma; $\varepsilon_{\text{Chur}}(T) = -26,7$). O re-equilíbrio do sistema Sm-Nd durante o Neoproterozóico é, grosso modo, contemporâneo com um importante evento tectono-termal caracterizado por intensa atividade magmática em ambientes do tipo arcos-de-ilhas e que originou uma série de unidades vulcanossedimentares e ortognaissicas no oeste de Goiás (e.g. Sequência Vulcanossedimentar de Arenópolis e Ortognaisses de Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia). O evento re-homogeneizador do Neoproterozóico é o responsável pela larga faixa de variação observada nos valores das idades modelo de Nd calculadas ($T_{\text{DM}}=3,8$ a 2,8 Ga). Nenhuma dessas idades modelo, portanto, tem significado em termos de datação de evento formador de crosta continental.

Palavras-chaves: Sm-Nd, reajuste, metamorfismo, Neoproterozóico.

INTRODUÇÃO Nas duas últimas décadas o sistema isotópico Sm-Nd tem se constituído em uma das ferramentas mais importantes para estudos regionais a respeito da evolução da crosta continental terrestre (e.g. De Paolo & Wasserburg 1976, De Paolo 1980, Hawkesworth *et al.* 1981, Taylor *et al.* 1984).

Sm e Nd são elementos terras-raras leves (ETRL) e mostram comportamento geoquímico semelhante. De uma maneira geral, elementos terras-raras (ETR) são considerados pouco móveis durante o metamorfismo e, assim, isótopos de Sm e Nd são capazes de registrar a idade primária de uma rocha metamórfica mais precisamente que o sistema isotópico Rb-Sr, o qual pode ser mais facilmente reajustado durante eventos metamórficos (Hawkesworth & Van Calsteren 1984).

Muito embora alguns autores tenham fornecido evidências de que o sistema isotópico Sm-Nd permanece imutável mesmo em condições metamórficas de fácies granulito (e.g. Hamilton *et al.* 1979, ao estudar os gnaisses arqueanos Lewisian do noroeste da Escócia), outros pesquisadores vêm demonstrando haver re-homogeneização isotópica de Nd sob essas condições (McCulloch & Black 1984, Black & McCulloch 1987, Whitehouse 1988). Na verdade, existem poucos dados publicados a respeito da taxa de difusão de Sm e Nd em materiais rochosos, de maneira que o comportamento dos elementos terras-raras em condições severas de metamorfismo é mal conhecido. Van Breeman & Hawkesworth (1980) obtiveram uma idade Sm-Nd de ca. 335 Ma em granada e feldspato

separados de um xenólito da crosta inferior, cuja idade primária mais provável é do Paleoproterozóico, demonstrando de maneira inequívoca haver reequilíbrio isotópico a nível dos minerais constituintes do xenólito, durante a ascensão do magma que os incorporou.

Neste estudo, análises isotópicas Sm-Nd realizadas em amostras de rocha total do gnaiss Ribeirão, oeste de Goiás, são reportadas e revelam um evento de re-homogeneização isotópica do sistema Sm-Nd durante o Neoproterozóico.

GEOLOGIA DA REGIÃO OESTE DE GOIÁS Os terrenos pré-cambrianos da região oeste de Goiás ocupam a porção sudoeste do chamado Maciço de Goiás (Fig. 1). Nesses terrenos estão expostas diversas suítes de rochas metavulcânicas e ortognaissicas, que constituem o embasamento metamórfico da área. Essas unidades metamórficas são intrudidas por vários corpos graníticos tardi- a pós-tectônicos alojados entre ca. 590 e 480 Ma atrás, marcando os estágios finais de evolução do Ciclo Brasileiro na região (Pimentel *et al.* 1985, Pimentel & Fuck 1987a, Pimentel 1990). As unidades que constituem o embasamento metamórfico são justapostas através de importantes zonas de cisalhamento do tipo *strike-slip*, de direção NNE a NNW e mergulhos verticais (Seer 1985, Pimentel & Fuck 1986, 1987b, Amaro 1989) tais como o lineamento de Fazenda Nova (Fig. 1).

Quatro tipos principais de associações litológicas constituem o embasamento metamórfico da região oeste de Goiás:

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

Figura 1 - Mapa de localização e geológico simplificado do Greenstone Belt do Rio Itapicuru. Quadro localizando a área da figura 2, selecionada para estudos petrográficos e litogeoquímicos de detalhe

Figure 1 - Location and simplified geological map of the Rio Itapicuru Greenstone Belt. Quadrangle refers to the area from figure 2

1. Ortognaisses cálcicos a cálcio-alcálinos homogêneos, portadores de hornblenda e biotita (e.g. gnaisses de Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia; Fig.1). Texturas e estruturas ígneas preservadas são raras nessas rochas; entretanto, feições tais como enclaves máficos deformados, pequenos diques leucocráticos tardios, bem como a presença de texturas porfíricas reliquias, são observadas e atestam a natureza plutônica dos protólitos. Pimentel *et al* (1992) reportam idade

U-Pb em zircão de 899 ± 7 Ma para a cristalização das rochas plutônicas originais dos gnaisses de Arenópolis. Dados geocronológicos inéditos pelo método Rb-Sr também indicam idades em torno de 900 Ma e baixas razões $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ iniciais (ca. 0.703) para os gnaisses de Sanclerlândia e Matrinxã (Pimentel 1990).

2. Sequências de rochas metavulcânicas e metassedimentares do tipo arco de ilhas (e.g. Sequências de Bom Jardim,

Arenópolis, Jaupaci). Estas são constituídas por metabasaltos toleíticos de baixo-K, metabasaltos cálcio-alcalinos, meta-andesitos, metadacitos e meta-riolitos (Pimentel & Fuck 1986, 1987b, Amaro 1989). Pimentel *et al.* (1992) reportam idades U-Pb em zircão de 929 ± 8 Ma e 764 ± 14 Ma para rochas meta-riolíticas das seqüências de Arenópolis e Jaupaci, respectivamente. Isócronas Rb-Sr para rochas metavulcânicas e subvulcânicas das regiões de Israelândia e Fazenda Nova indicam idades entre ca. 640 e 590 Ma (Pimentel 1990, Pimentel *et al.* 1992).

3. Seqüências predominantemente metapelíticas contendo micaxistos com granada, estauroлита, cianita e sillimanita, mármores impuros, metacherts e anfibolitos, bem como corpos máfico-ultramáficos desmembrados, interpretados por Pimentel & Fuck (1987b) como remanescentes de complexos ofiolíticos. Duas ocorrências principais de corpos dessa natureza são identificadas na região (Fig. 1), indicando a possível existência de ao menos duas zonas de sutura de bacias oceânicas pequenas entre arcos de ilhas.

4. Granitos milonitizados, formando corpos estreitos e alongados, tais como o granito da Serra do Tatu (Fig. 2). A foliação

milonítica é normalmente vertical e fortemente desenvolvida ao longo dos contatos entre o granito e unidades vizinhas.

Os gnaisses Ribeirão, objeto da presente investigação, estão expostos em uma estreita faixa limitada por falhas, em meio às rochas metavulcânicas e metassedimentares da seqüência de Arenópolis (Fig. 2). Trata-se de biotita ($\pm$ hornblenda) ortognaisses rosados, finamente bandados, fortemente deformados, metamorizados em fácies anfibolito.

A amostra MP-343I desses gnaisses mostra padrão de elementos terras-raras caracterizado pela ausência de anomalia de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* \sim 0$) e pronunciado empobrecimento em ETR pesados (ETRP), com elevada razão $(\text{La}/\text{Yb})_N$ (ca. 51, Fig. 3). O padrão é similar ao de granitóides cálcio-alcalinos arqueanos de diversas regiões do mundo (Martin 1987).

PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS A separação química de Sm e Nd a partir de amostras de rochas pulverizadas é baseada nas técnicas apresentadas por Richard *et al.* (1976), segundo as quais a separação dos ETR como um grupo em colunas de troca catiônica (resina AG 50 X12) é seguida de cromatografia de fase reversa para a separação de Sm

Figura 2 - Mapa geológico da área da seqüência vulcanossedimentar de Arenópolis; a - sedimentos da Bacia do Paraná, b - diques de microgranito, c - intrusões graníticas (s.s.) neoproterozóicas, d - fácies gabro-dioríticas dos corpos graníticos, e - granito milonítico da Serra do Tatu; Seqüência Vulcanossedimentar de Arenópolis: f - gabro-dioritos, g - Unidade Córrego da Onça (metabasaltos, meta-andesitos, metadacitos, meta-riolitos); h, i, j e k - Unidade Córrego Santo Antônio (h - anfibolitos finos, i - corpos máfico-ultramáficos, j - mármores, k - metapelitos), l - gnaisses

Figure 2 - Geological map of the Arenópolis Volcano-Sedimentary Sequence Area: a - Paraná Basin sediments, b - microgranite dykes, c - Neoproterozoic granitic (s.s.) intrusions, d - gabbro-dioritic facies of the granitic bodies, e - Serra do Tatu mylonitic granite; Arenópolis Volcano-Sedimentary Sequence: f - gabbro-diorites, g - Córrego da Onça Unit (metabasalts, meta-andesites, metadacites, metarhyolites); h, i, j and k - Córrego Santo Antônio Unit (h - fine-grained amphibolites, i - mafic-ultramafic bodies, j - marbles, k - metapelitic rocks), l - gneisses

Figura 3 — Perfil de Elementos Terras Raras normalizado ao condrito de amostra do Gnaiss Ribeirão

Figure 3 - Chondrite-normalized REE pattern for the Ribeirão gneiss

e Nd. Esta última se utiliza de HDEHP (ácido fosfórico di-(2 etilhexil)) suportado em Teflon PTFE em pó. Para eliminar a influência desestabilizadora do Ce no feixe de íons, este elemento foi removido das soluções em microcolunas preparadas com Teflon PTFE em pó revestido com HDEHP. Ce^{4+} é fortemente retido pelo HDEHP em ácido forte (5M HNO_3), enquanto que os ETR trivalentes não o são. As amostras foram analisadas em um espectrômetro de massa VG Isomass 54E. As concentrações de Sm e Nd foram determinadas por diluição isotópica através do uso de uma solução mista de *spike* e a precisão das medidas foi sempre melhor que 0,025% (2 σ). Medidas da razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ foram obtidas a precisões melhores que $\pm 0,000020$ (2 σ). As razões $^{143}Nd/^{144}Nd$ foram normalizadas para $^{146}Nd/^{144}Nd = 0,7219$.

Pb foi separado de amostras pulverizadas de rocha em colunas de troca aniônica (AG 1 8X) em HBr. As análises isotópicas foram realizadas em espectrômetro de massa VG Isomass 54E totalmente automático. Correção para fracionamento de massa no aparelho foi realizada usando análises repetidas do padrão internacional NBS 981. Os erros analíticos foram de ca. 0.1% (2 σ).

Sr foi separado das amostras de rocha total em colunas de troca catiônica (AG 50W 8X), através do procedimento convencional de Pankhurst & O'Nions (1973). As análises isotópicas foram realizadas em espectrômetro de massa VG Micromass 30. Correções para fracionamento de massa foram feitas usando $^{88}Sr/^{86}Sr = 8,37521$ (Steiger & Jäger 1977). Os erros 2 σ nas razões $^{87}Sr/^{86}Sr$ são menores que 0,01% e são de ca. 1% para as razões $^{87}Rb/^{87}Sr$. Durante o período em que foram realizadas as análises, medidas repetidas do padrão de $SrCO_3$ Eimer & Amend forneceram valores entre 0,70807 e 0,70813, com um desvio médio de + 0,00010 do valor real (0,70800). As correções necessárias foram aplicadas. As análises isotópicas de Nd, Pb e Sr foram realizadas nos espectrômetros do laboratório de geocronologia da Universidade de Oxford, Inglaterra.

RESULTADOS Rb-Sr Amostras selecionadas para o estudo são biotita gnaisses finamente bondados. Uma amostra proveniente do *pod* de composição básica (amostra MP-343A, Foto 1), provavelmente representando um antigo dique deformado e desmembrado, também foi analisada. Os resultados analíticos estão na tabela 1.

Os pontos analíticos mostraram uma forte dispersão no diagrama isocrônico (Fig. 4). As amostras MP-343H, MP-343I e MP-343L não foram incluídas no cálculo da regressão devido ao maior grau de alteração apresentado por elas. Nessas amostras os cristais de plagioclásio e biotita encontram-se

parcialmente substituídos por mica branca e clorita, respectivamente. A reta de regressão computada para os pontos restantes indica uma idade de 1816 ± 110 Ma e razão inicial igual a ca. 0.706.

Tabela 1 - Composição isotópica de Sr do Gnaiss Ribeirão. Os números em parênteses se referem aos erros analíticos absolutos nas duas últimas casas decimais das razões $^{87}Sr/^{86}Sr$. Table 1 - Rb-Sr isotopic data for the Ribeirão gneiss. Numbers in parenthesis represent absolute errors in the last two digits of the atomic ratio

Amostra	Rb (ppm)	Sr (ppm)	$^{87}Rb/^{86}Sr$	$^{87}Sr/^{86}Sr$
MP-343A	62	415	0,433	0,71864 (04)
MP-343D	143	325	1,28	0,74006 (07)
MP-343E	170	340	1,45	0,74297 (07)
MP-343G	79	758	0,301	0,71320 (05)
MP-343H	105	362	0,845	0,73153 (06)
MP-343I	86	450	0,556	0,72638 (07)
MP-343L	92	386	0,693	0,72938 (05)
MP-343B	73	784	0,270	0,71293 (05)
MP-343J	98	667	0,427	0,71700 (06)
MP-343C	67	812	0,240	0,71262 (05)
MP-343K	111	612	0,524	0,71832 (05)

Pb-Pb A isócrona (MSWD = 2.9) computada para nove amostras de rocha total do gnaiss Ribeirão revela uma idade de 1881 ± 230 Ma, com $_{\mu 1} (^{238}U/^{204}Pb)$ aparente de 8,1 (Fig. 5). Os dados analíticos estão na tabela 2.

O grande erro encontrado para a idade se deve à restrita variação nos valores das razões isotópicas de Pb verificadas na suíte de amostras investigada. O valor determinado para o parâmetro $_{\mu 1}$ sugere que o protólito foi derivado de um reservatório com baixa razão U/Pb (manto?) no Paleoproterozóico ou, alternativamente, é o produto de retrabalhamento de crosta continental mais antiga, que possuía características isotópicas de Pb intermediárias entre a típica crosta continental inferior, empobrecida em U, e crosta continental superior, rica em U. Os resultados Sm-Nd abaixo favorecem esta última interpretação.

Sm-Nd Oito amostras de rocha total foram analisadas pelo método Sm-Nd. Os resultados (Tab. 3) produziram ϵ_{Nd} (0) muito negativos e idades modelo calculadas em relação ao manto empobrecido (T_{DM}) variando em uma ampla faixa, entre aproximadamente 2,8 e 3,8 Ga, indicando que o material crustal que constitui esses gnaisses é residente na crosta continental desde épocas arqueanas (Fig. 6). A amostra MP-343A, do *pod* máfico mostrado na Foto 1 mostrou composição isotópica de Nd muito diferente das rochas gnaissicas, com uma razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ atual consideravelmente mais elevada (ca. 0,51255) e T_{DM} mais jovem (ca. 1,3 Ga). O ϵ_{Nd} (T) dessa amostra (T = 900 Ma) é positivo (+3,0) e está no mesmo intervalo de valores das rochas metavulcânicas máficas e fêlsicas da Unidade Córrego da Onça da sequência vulcano-sedimentar de Arenópolis (Pimentel 1990), exposta imediatamente a leste do gnaiss Ribeirão (Fig. 2). Isto sugere que os diques máficos que originaram os *pods* nos gnaisses são grosseiramente contemporâneos com as rochas vulcânicas do arco de Arenópolis.

Seis amostras de gnaisses se alinham segundo uma isócrona (MSWD = 0,77) que indica a idade de 820 ± 220 Ma e ϵ_{Chur} inicial igual a -26,7 (Fig. 7), revelando a incidência de um evento re-homogeneizador da composição isotópica de Nd

Foto 1 - Aspecto dos pod (antigo dique?) de composição máfica nos Gnaisses Ribeirão. Idades modelo Sm-Nd (T_{DM}) para o gnaisses e para a rocha máfica estão indicadas
Photo 1- Mafic pod (possibly a deformed dyke) in the Ribeirão gneiss. Sm-Nd T_{DM} model ages for the gneiss and the mafic rock are indicated

Figura 4 - Isócrona Rb-Sr para o Gnaiss Ribeirão
Figure 4 - Rb-Sr whole-rock isochron for the Ribeirão gneiss

nessas rochas durante o Neoproterozóico. A ampla faixa de valores encontrados para as idades modelo ($T_{DM} = 2,8$ a $3,8$ Ga) foi produzida por esse evento de re-homogeneização isotópica, como é revelado no diagrama de evolução isotópica de Nd (Fig. 6).

Tabela 2 - Composição isotópica de Pb do Gnaiss Ribeirão
Table 2 - Pb isotopic composition of the Ribeirão gneiss

Amostra	$^{333}\text{Pb}/^{333}\text{Pb}$	$^{333}\text{Pb}/^{333}\text{Pb}$	$^{333}\text{Pb}/^{333}\text{Pb}$
MP-343B	17,311	15,512	36,933
MP-343C	17,212	15,400	36,912
MP-343D	18,383	15,531	39,841
MP-343E	18,394	15,542	40,989
MP-343G	17,321	15,400	36,809
MP-343J	17,881	15,467	38,133
MP-343F	17,490	15,434	37,461
MP-343I	17,349	15,411	37,262
MP-343K	18,031	15,463	37,852

Figura 5 - Isócrona Pb-Pb para o Gnaiss Ribeirão
Figure 5 - Pb-Pb whole-rock isochron for the Ribeirão gneiss

Diagrama de Evolução

Figura 6 - Diagrama de evolução isotópica de Nd para as amostras do Gnaiss Ribeirão
Figure 6 - Nd isotopic evolution diagram for samples of the Ribeirão gneiss

Tabela 3 - Dados analíticos Sm-Nd do Gnaiss Ribeirão * - pod de rocha máfica
Table 3 - Sm-Nd isotopic data for the Ribeirão gneiss. * - mafic pod

Amostra	Sm (ppm)	Nd (ppm)	Sm/Nd						
MP-343A*	6,938	27,00	0,257	0,155	,512429 (18)	1,28	-1,7	+3	-0,21
MP-343I	4,713	28,75	0,164	0,099	,510735 (20)	3,08	-37	-14	-0,49
MP-343D	10,30	69,32	0,149	0,090	,510724 (20)	2,86	-38	-12	-0,54
MP-343E	16,29	115,4	0,141	0,085	,510672 (20)	2,82	-38	-12	-0,57
MP-343B	12,04	62,61	0,192	0,116	,510862 (20)	3,45	-35	-16	-0,41
MP-343C	10,77	58,73	0,183	0,111	,510815 (21)	3,33	-36	-16	-0,44
MP-343G	11,61	56,14	0,207	0,125	,510880 (17)	3,78	-34	-18	-0,36
MP-343J	13,37	80,51	0,166	0,100	,510719 (18)	3,14	-37	-15	-0,49
MP-343L	3,808	24,00	0,159	0,096	,510857 (20)	2,83	-35	-11	-0,51

Figura 7 - Isócrona Sm-Nd para o Gnaiss Ribeirão
Figure 7 - Sm-Nd whole-rock isochron for the Ribeirão gneiss

Idades modelo calculadas para amostras individuais são, conseqüentemente, errôneas, devido às mudanças nos valores da razão Sm/Nd sofridas por cada amostra há ca. 820 Ma atrás. Tal fato é ilustrado nos diagramas da figura 8. As idades modelo T_{DM} não mostram correlação ($r=0,39$) com as razões isotópicas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ recalculadas para 820 Ma atrás (Fig. 8a). Por outro lado, os valores de T_{DM} se correlacionam fortemente ($r = 0,97$) com as razões $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ (Fig. 8b). Se assumirmos, no entanto, que não houve fracionamento de Sm e Nd (ou que esse fracionamento tenha sido mínimo) ao nível da unidade gnáissica como um todo, ou seja, a razão Sm/Nd total da unidade não tenha se modificado substancialmente durante o evento re-homogeneizador, pode-se calcular uma reta de evolução média única para toda a unidade (Fig. 6). Essa reta de evolução indica um valor de idade modelo T_{DM} de ca. 3,2 Ga, que está, provavelmente, mais próximo do real para a derivação mantélica do Nd presente nessas rochas gnáissicas.

CONCLUSÕES O gnaiss Ribeirão constitui uma estreita fatia de rochas arqueanas alojadas tectonicamente em meio às rochas neoproterozóicas da seqüência vulcano-sedimentar de Arenópolis.

As composições isotópicas de Sr, Pb e Nd do gnaiss Ribeirão revelam uma história crustal extremamente complexa para essas rochas. Os isótopos de Sm e Nd mostram que o material original desses gnaisses é residente na crosta con-

Figura 8 - Diagramas $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \times T_{DM}$ (a) e $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd} \times T_{DM}$ (b) para o gnaiss Ribeirão

Figure 8 - $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs. T_{DM} (a) and $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ vs. T_{DM} (b) diagrams for the Ribeirão gneiss

tinental terrestre desde épocas arqueanas. As determinações Rb-Sr e Pb-Pb em rocha total, entretanto, registram idades que revelam um evento de reajuste isotópico dos sistemas Rb-Sr e Pb-Pb há aproximadamente 1,8 Ga. Outro evento que ocasionou reequilíbrio isotópico ocorreu no Neoproterozóico (ca. 0,82 Ga atrás), como é indicado por isócrona Sm-Nd em

amostras de rocha total. Tal evento é, a grosso modo, contemporâneo com um importante episódio de acreção de crosta continental na região, traduzido na formação de seqüências vulcano-sedimentares (e.g. Arenópolis; Pimentel *et al* 1992) do tipo arcos de ilhas, bem como dos protolitos plutônicos cálcicos a cálcio-alcalinos dos gnaisses tonalíticos a granodioríticos de Arenópolis, Matrinxã e Sanclerlândia, adicionados à crosta continental no Neoproterozóico, aproximadamente entre 940 e 764 Ma (Pimentel 1990). Os gnaisses Ribeirão, envolvidos por esses eventos tectono-magmáticos do Neoproterozóico, assistiram, assim, à mobilização dos elementos terras-raras o que resultou na re-homogeneização do sistema Sm-Nd na escala da rocha total. Tal re-equilíbrio deve ter sido fomentado pelo alojamento de diques de composição básica nesses gnaisses. Esses diques foram intensamente deformados juntamente com as rochas gnáissicas e encontram-se hoje representados por *pods* que possuem composição isotópica

de Nd indistinta da dos metabasaltos que fazem parte da Unidade Córrego da Onça da seqüência vulcano-sedimentar de Arenópolis.

A ampla faixa de variação dos valores das idades modelo de Nd (T_{DM}) é fruto da re-homogeneização isotópica neoproterozóica. As substanciais variações então ocorridas nas razões Sm/Nd das amostras individuais (Sm/Nd = 0,085 a 0,125) explicam a diferença de cerca 1.0 Ga entre a T_{DM} mais jovem (ca. 2,8 Ga) e a mais antiga (ca. 3,8 Ga). Tais idades modelo não podem ser interpretadas individualmente como indicativas de formação de crosta continental.

Agradecimentos Esse trabalho foi realizado com o apoio financeiro do CNPq. O autor também agradece ao Prof. R.A. Fuck pela revisão do manuscrito original e a dois revisores da Revista Brasileira de Geociências pelos comentários e sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, V.E. 1989. *Geologia e Petrologia da Seqüência Metavulcânica de Jaupaci - GO e Lineamentos Associados*. Brasília. 213 p. (Dissertação de Mestrado, IG/UnB).
- BLACK, L.P. & McCULLOCH, M.T. 1987. Evidence for isotopic equilibration of Sm-Nd whole-rock systems in early Archaean crust of Enderby Land, Antarctica. *Earth Plan. Sci. Lett.*, **82**:15-24.
- DE PAOLO, D.J. 1980. Sources of continental crust: neodymium isotope evidence for the Sierra Nevada and Peninsular Ranges. *Science*, **209**:684-687.
- DE PAOLO, D.J. & WASSERBURG, G.J. 1976. Inferences about magma sources and mantle structures from variation of $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$. *Geophys. Res. Lett.*, **3**:743-746.
- HAMILTON, P.J.; EVENSEN, N.M.; O'NIONS, R.K.; TARNEY, J. 1979 Sm-Nd systematics of Lewisian gneisses: implications for the origin of granulites. *MtMre*, **277**:25-28.
- HAWKESWORTH, C.J.; KRAMERS, J.D.; MILLER, R.McG. 1981. Old model Nd ages in Namibian Pan-African rocks. *Nature*, **289**:278-282.
- HAWKESWORTH, C.J. & VAN CALSTEREN, P.W.C. 1984. Radiogenic isotopes - some geological applications. In: HENDERSON, P. ed. *Rare Earth Element Geochemistry*. Amsterdam, Elsevier, p. 375-421.
- MARTIN, H. 1987. Archaean and modern granitoids as indicators of changes in geodynamic processes. *Rev. Bras. Geoc.*, **17**:360-365.
- McCULLOCH, M.T. & BLACK, L.P. 1984. Sm-Nd isotopic systematics of Enderby Land granulites and evidence for the redistribution of Sm and Nd during metamorphism. *Earth Plan. Sci. Lett.*, **71**:46-58.
- 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. 1990 *Late Proterozoic Crustal Evolution of the Tocantins Province in Central Brazil: an Isotopic and Geochemical Study*. 248 p. (D. Phil thesis, University of Oxford).
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1986. Geologia da Seqüência Vulcano-sedimentar de Arenópolis (GO). *Rev. Bras. Geoc.*, **16**:217-223.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1987a. Late Proterozoic granitic magmatism in southwestern Goiás, Brazil. *Rev. Bras. Geoc.*, **17**:415-425.
- PIMENTEL, M.M. & FUCK, R.A. 1987b. Origem e evolução das rochas metavulcânicas e metaplutônicas da região de Arenópolis (GO). *Rev. Bras. Geoc.*, **17**:2-14.
- 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. Bras. Geoc.*, **15**:3-8.
- PIMENTEL, M.M.; HEAMAN, L.; FUCK, R.A. 1992. Zircon and sphen. U-Pb geochronology of Upper Proterozoic volcanic-arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *J. South Amer. Earth Sci.*, **4**:329-339.
- RICHARD, P.; SHIMEU, N.; ALLÈGRE, C.J. 1976. $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$, a natural tracer: an application to oceanic basalts. *Earth. Plan. Sci. Lett.*, **31**:269-278.
- 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).
- STEIGER, R.H. & JÄGER, E. 1977. Subcommission on geochronology convention on the use of decay constants in geo and cosmochronology. *Earth Plan. Sci. Lett.*, **36**:359-362.
- TAYLOR, P.N.; JONES, N.W.; MOORBATH, S. 1984. Isotopic assessment of relative contributions from crust and mantle sources to the magma genesis of Precambrian granitoid rocks. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **A310**:605-625.
- VAN BREEMEN, O. & HAWKESWORTH, C.J. 1980. Sm-Nd isotopic study of garnets and their metamorphic host rocks. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, **71**:97-102.
- WHITEHOUSE, M.J. 1988. Granulite facies Nd-isotopic homogenization in the Lewisian complex of northwest Scotland. *Nature*, **331**:705-707.

MANUSCRITO A732

Recebido em 30 de junho de 1992

Revisão do autor em 13 de agosto de 1992

Revisão aceita em 26 de agosto de 1992