

# **Isótopos de Nd, Pb e Sr de greenstone belt arqueano da região de Rio Maria, SE do Pará: implicações na evolução geodinâmica do cráton Amazônico**

**Zorano Sérgio de Souza<sup>(1)</sup>, Alain Potrel<sup>(2)</sup>, Jean-Michel Lafon<sup>(3)</sup>, Fernando Jacques Althoff<sup>(4)</sup>,  
Márcio Martins Pimentel<sup>(2)</sup>, Roberto Dall’Agnol<sup>(3)</sup>, Claudinei Gouveia de Oliveira<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Departamento de Geologia / UFRN; Caixa Postal 1502, 59078-970 Natal, Brazil. <sup>(2)</sup> Instituto de Geociências / UnB. <sup>(3)</sup> Centro de Geociências / UFPA. <sup>(4)</sup> Programa de Pós-Graduação em Geologia / Unisinos. E-mails: zorano@geologia.ufrn.br (ZSS), c1271@er.uqam.ca (AP), lafonjm@ufpa.br (JML), althoff@euler.unisinos.br (FJA), marcio@unb.br (MMP), robdal@ufpa.br (RD), gouveia@unb.br (CGO)

## **Introdução**

Com base em dados geocronológicos e isotópicos (U-Pb, Sm-Nd), Cordani *et al.* 2000 consideram a evolução do cráton Amazônico como o resultado de sucessivos episódios de acreção crustal (Cordani *et al.* 2000). Estes autores admitem a existência de um núcleo central preservado, estável desde o final do Arqueano (2,5 Ga), a Província Amazônia Central (incluindo a Província Mineral de Carajás - PMC), circundada por faixas móveis mais jovens (Maroni – Itacaiúnas 2,25-1,95 Ga; Venturi – Tapajós 1,95-1,80 Ga; Rio Negro – Juruena 1,75-1,55 Ga; Rondoniana 1,45-1,25 Ga; Sunsás 1,25-0,90 Ga). A evolução crustal do cráton envolveria significativa adição de material juvenil, com uma estimativa de cerca de 30% da crosta continental formada no Arqueano (Tassinari *et al.* 2000). Baseados em dados U-Pb e Pb-Pb da PMC, Macambira & Lafon (1995) concluíram que os processos de formação continental duraram aproximadamente 200 Ma e terminaram no final do Arqueano. Eles sugeriram cinco grandes episódios de geração de magmas, a saber: 3,05 Ga (granulitos Pium); 2,96 Ga (tonalito Arco Verde e complexo básico – ultrabásico Serra Azul); 2,87 Ga (granitóides intrusivos da região de Rio Maria); 2,76 Ga (magmatismo máfico – félsico na região de Carajás); 2,55 Ga (plutonismo alcalino na mesma região). O presente trabalho reporta os primeiros dados isotópicos de Nd, Pb e Sr de rochas metavulcânicas e plutônicas (metagabros) do greenstone belt Identidade, que corresponde a uma das várias seqüências vulcanossedimentares da região de Rio Maria, no SE do Pará, cerca de 250 km a sul da Serra dos Carajás. Integrados às informações geoquímicas e geocronológicas dos demais componentes geológicos arqueanos desta região, interpreta-se a evolução geodinâmica do terreno granito – greenstone de Rio Maria. Os resultados analíticos foram obtidos nos laboratórios de geocronologia das universidades de Brasília (Sm-Nd) e Federal do Pará (Rb-Sr e Pb-Pb). Os dados Sm-Nd foram determinados usando um

espectrômetro de massa Finnigan MAT262 com multicoletores. As razões isotópicas foram normalizadas assumindo-se  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,7219$ , ajustando-se os valores com o padrão la Jolla ( $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0,511850$ ). Os valores de  $\epsilon_{\text{Nd}}$  foram calculados usando as razões  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  de, respectivamente, 0,1967 e 0,512638. As composições isotópicas de Rb, Sr e Pb foram feitas no espectrômetro de massa VG Isomass 54E com coletor simples.

### **O Terreno Granito – Greenstone de Rio Maria**

O terreno granito – greenstone de Rio Maria (TGGRM) localiza-se na área compreendida pelas coordenadas geográficas  $45^{\circ}45'W - 51^{\circ}W$  e  $6^{\circ}45'S - 8^{\circ}S$ , no SE do cráton Amazônico. Resumidamente, o TGGRM é composto (Docege 1988, Souza *et al.* 1990, Macambira & Lafon 1995) por: i) seqüências de greenstone belts (Supergrupo Andorinhas); ii) metatonalitos tipo Arco Verde (*ca.* 2,96 Ga); iii) metaplutônicas intrusivas *ca.* 2,87 Ga, incluindo tonalitos, trondhjemitos, granodioritos e granitos (TTGG). Outras unidades arqueanas incluem complexos básicos – ultrabásicos acamadados *ca.* 2,97 Ga (Pimental & Machado 1994) e sedimentos plataformais (Grupo Rio Fresco / Águas Claras) com zircões detríticos datados de 3,67 Ga a 2,76 Ga (Macambira *et al.* 1998). O Supergrupo Andorinhas é constituído pelas formações Babaçu (metakomatiitos e toleítos de baixo potássio - metabasaltos e metagabros) na base, e Lagoa Seca (vulcânicas félsicas a intermediárias – cálcio-alcalinas sódicas, e intercalações de metagrauvas) no topo. Com respeito ao vulcanismo félsico, são referidas idades U-Pb (zircão) de 2,98 Ga (Pimentel & Machado 1994) e 2,90 Ga (Macambira & Lancelot 1996) para metadacitos do greenstone belt Lagoa Seca.

### **Resultados Obtidos**

**Dados Sm-Nd.** Quinze amostras de rochas metavulcânicas, incluindo 6 metabasaltos, 4 metagabros e 5 metadacitos, produziram uma isócrona com uma idade de  $3064 \pm 32$  Ma ( $1\sigma$ ), MSWD de 1,6 e  $\epsilon_{\text{Nd}}(3,0)$  de +2,0 (Fig. 1a). Esta idade é interpretada como a de colocação dos magmas devido a boa correlação entre os pontos e a concordância entre a mesma e a idade U-Pb (zircão) reportada previamente para rochas dacíticas do greenstone belt Lagoa Seca. O fato de as amostras de metadacitos estarem bem alinhadas na isócrona indicam que mesmo que tenha havido contaminação, esta deve ter sua origem numa fonte mantélica similar e não muito mais antiga do que o magma dacítico. As amostras de metabasaltos e metagabros são isotopicamente muito similares, não produzindo uma boa dispersão dos pontos. O  $\epsilon_{\text{Nd}}$ , calculado para 3,0 Ga, varia de +1,1 a +2,5. Os metadacitos mostram maior variação isotópica, com razões  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  de 0,0963 a 0,1697,  $\epsilon_{\text{Nd}}(3,0)$  de +0,22 a +3,15, e idades modelo restritas ao

intervalo 3,05 – 3,24 Ga. As características citadas permitem assumir que o conjunto de rochas analisadas deriva de uma fonte mantélica empobrecida, hipótese que é corroborada por suas composições em elementos traços e padrões de terras raras (Souza & Dall’Agnol 1995, 1996).

**Dados Pb-Pb.** Doze análises isotópicas Pb-Pb de rocha total foram feitas para metabasaltos (7) e metadacitos (5). As composições dos metabasaltos são bastantes homogêneas ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  entre 14,047 e 15,097), não apresentando dispersão suficiente para definir uma boa isócrona. As amostras forneceram idades variando de  $3408 \pm 109$  Ma a  $3257 \pm 91$  Ma ( $1\sigma$ ),  $I_{\text{Pb}}$  de 10,83 a 11,20, MSWD de 7,97 a 7,88 e  $\mu_1$  de 9,5 a 9,1. Os metadacitos são mais variados e radiogênicos ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  entre 13,910 e 23,035) e as cinco análises forneceram a idade de  $2943 \pm 88$  Ma ( $1\sigma$ ), MSWD de 31,5 e  $\mu_1$  de  $8,2 \pm 0,7$  (Fig. 1b). Levando-se em conta o erro analítico, a idade Pb-Pb é idêntica às idades Sm-Nd e U-Pb (zircão) já reportadas. A dispersão de determinadas amostras de metadacitos sugere que pode ter havido alguma perturbação isotópica do sistema Pb-Pb, que, todavia, não foi suficiente para modificar o sistema Sm-Nd.

**Dados Pb-Pb.** Oito análises isotópicas Rb-Sr de metadacitos forneceram uma isócrona com uma idade de  $2575 \pm 58$  Ma ( $1\sigma$ ),  $I_{\text{Sr}}$  de  $0,7022 \pm 0,0003$  e MSWD de 1,01 (Fig. 1c). A idade Rb-Sr dos metadacitos é significativamente mais jovem do que a época de colocação das rochas estudadas, sugerindo que o sistema isotópico Rb-Sr foi rejuvenescido a aproximadamente 2,6-2,5 Ga, o que também se verifica nos plútons granitóides intrusivos *ca.* 2,87 Ga (Macambira & Lafon 1995).

## Discussões e Conclusões

Os dados apresentados sugerem que o TGGRM comportou dois episódios principais de adição de crosta juvenil no Arqueano, os quais são distintos temporalmente (3,04-2,96 Ga – vulcanismo nos *greenstone belts* e plutonismo Arco Verde; e 2,87 Ga – magmatismo TTGG intrusivo), na variabilidade de fontes de magmas (cunha do manto *vs* crosta oceânica) e nos tipos de magmas gerados (komatiitos, toleítos, cálcio-alcalinos sódicos a potássicos). Uma característica comum destes magmatismos é que os seus magmas parentais se formaram a partir da fusão parcial do manto empobrecido (komatiitos e toleítos), e reciclagem de crosta oceânica antiga transformada em granada anfíbolito ou eclogito (tonalito Arco Verde, metadacitos). O segundo episódio (2,87 Ga) é marcado por volumoso plutonismo TTGG, cujas características geoquímicas são compatíveis com derivação a partir de fusão parcial de uma crosta toleítica e sua eventual interação com crosta continental. As composições geoquímicas e isotópicas, assim como os tipos de fontes envolvidas na geração destes magmas juvenis são consistentes com um ambiente tectônico do tipo arco insular intraoceânico. Daí, infere-se um intervalo de aproximadamente de 170 Ma (3,04 – 2,87 Ga) para a evolução tectônica e cratonização do TGGRM. Cerca de 170 Ma após a

estabilização tectônica do mesmo, o soerguimento e exposição de suas raízes vulcano-plutônicas serviu de fonte para os sedimentos detríticos do Grupo Rio Fresco e outras coberturas similares na região de Carajás (Formação Águas Claras).

**Referências Bibliográficas**

Cordani, U.G. *et al.*, 2000. Crustal evolution of the South America Platform. *In: Cordani, U.G. et al. (eds.) Tectonic Evolution of South America*, 31st Intern. Geol. Congr., Rio de Janeiro, p. 19-40.

Docegeo (Rio Doce Geologia e Mineração), 1988. Revisão litoestratigáfica da Província Mineral de Carajás, Pará. *In: 35º Congr. Bras. Geol.*, Belém. *Anexo aos Anais*, p. 11-54.

Macambira, M.J.B. & Lafon, J.-M., 1995. Geocronologia da Província Mineral de Carajás; síntese dos dados e novos desafios. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências da Terra*, 7: 263-288.

Macambira, M.J.B. *et al.*, 1998. Crescimento crustal arqueano registrado em zircões de sedimentos da região de Rio Maria, Província Carajás, Pará. *In: 40º Congr. Bras. Geol.*, SBG, Belo Horizonte. *Anais*, p. 55-55.

Macambira, M.J.B. & Lancelot, J.R., 1996. Time constraints for the formation of the Archean Rio Maria crust, Southeastern Amazonian craton, Brazil. *International Geology Review*, 38: 1134-1142.

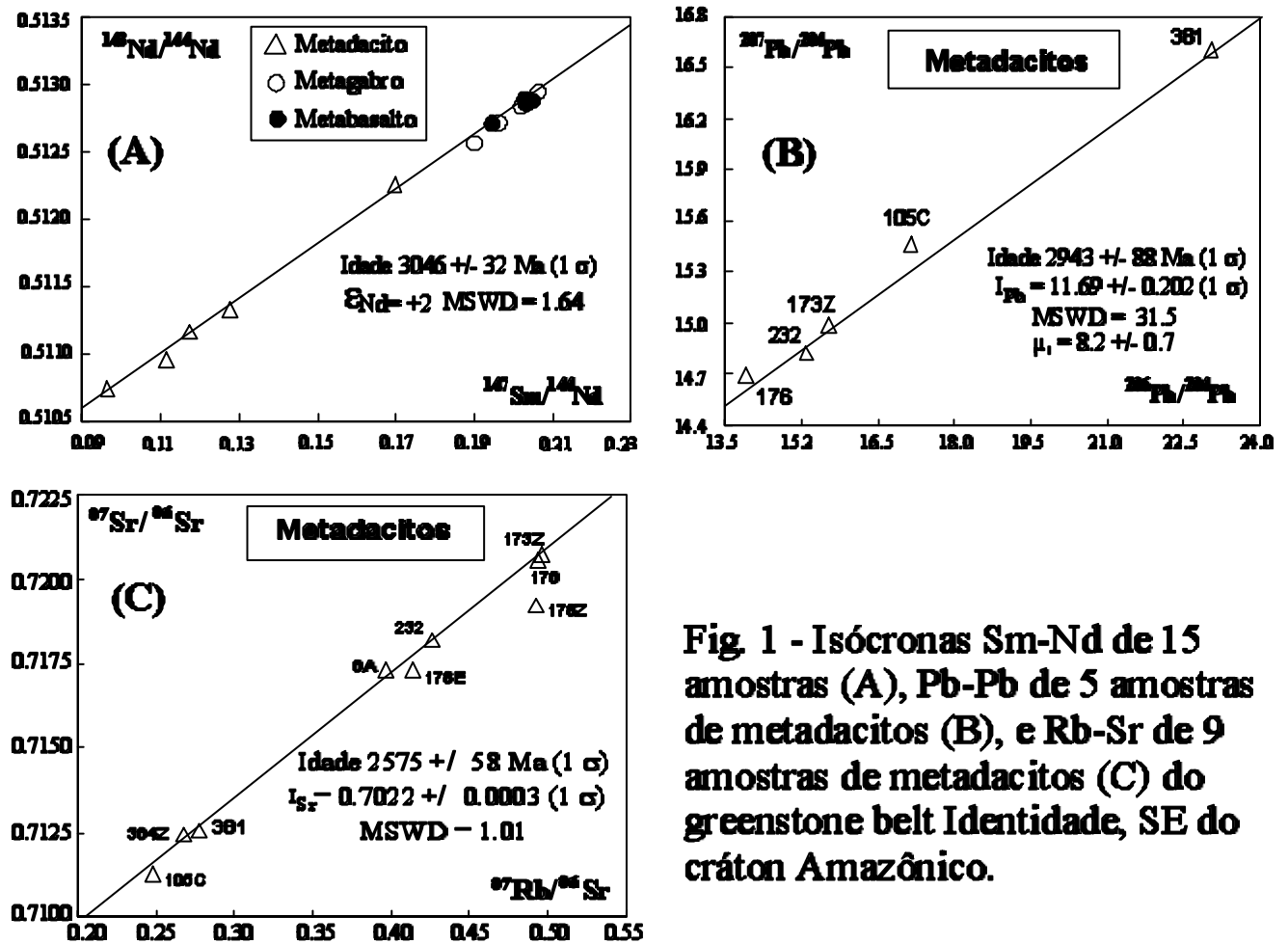
Pimentel, M.M. & Machado, N., 1994. Geocronologia U-Pb dos terrenos granito - greenstone de Rio Maria, Pará. *In: 38º Congr. Bras. Geol.*, São Paulo. *Resumos Expandidos*, 2: 390-391.

Souza, Z.S. & Dall’Agnol, R., 1995. Geochemistry of metavolcanic rocks in the Archean greenstone belt of Identidade, SE Pará, Brazil. *Anais da Academeia Brasileira de Ciências*, 76: 217-233.

Souza, Z.S. & Dall’Agnol, R., 1996. Vulcanismo dacítico cálcio-alcálico mesoarqueano no “greenstone belt” Identidade, sudeste do Pará, Brasil. *Geochimica Brasiliensis*, 10: 225-240.

Souza, Z.S. *et al.*, 1990. Geologia do terreno granito - “greenstone” Arqueano da região de Rio Maria, sudeste do Pará. *In: 36º Congr. Bras. Geol.*, SBG, Natal. *Anais*, 6: 2913-2928.

Tassinari, C.C.G. *et al.*, 2000. The Amazonian Craton. *In: Cordani, U.G. et al., (eds.) Tectonic Evolution of South America*, 31st Intern. Geol. Congr., Rio de Janeiro, p. 41-95.



**Fig 1 - Isócronas Sm-Nd de 15 amostras (A), Pb-Pb de 5 amostras de metadacitos (B), e Rb-Sr de 9 amostras de metadacitos (C) do greenstone belt Identidade, SE do cráton Amazônico.**