



XI
Congresso
Brasileiro de
Geoquímica

21-26
OUT 2007
Atibaia / SP

ANO INTERNACIONAL DO PLANETA TERRA

PROVENIÊNCIA DE SEDIMENTOS DA FORMAÇÃO SERRA AZUL (EDIACARIANO), FAIXA PARAGUAI, MATO GROSSO

Milene Freitas Figueiredo e Marly Babinski

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, São Paulo, SP, CEP 05508-080

E-mails: milene.figueiredo@gmail.com; babinski@usp.br

ABSTRACT

This work represents a preliminary provenance study on the Serra Azul Formation, situated on Paraguay Belt, based on K-Ar ages on volcanic clasts recovered from diamictites and on Sm-Nd T_{DM} ages carried out on whole rock samples from terrigenous rocks that constitute this formation, which was deposited during the late Ediacaran glaciation and ice melting. The results suggest that the provenance of the sediments that fill the basin is diversified, with sources that range from Neoproterozoic to Mesoproterozoic ages.

Key-words: provenience, Paraguay Belt, Ediacaran

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, muitos pesquisadores vêm se interessando pela Faixa de Dobramentos Paraguai, o que tem aventado importantes descobertas, como a existência de ao menos dois eventos glaciais importantes, sendo o mais antigo representado pela Fm. Puga, correlacionada à Glaciação Marinoana (Nogueira *et al.*, 2003; Alvarenga *et al.*, 2004), e a mais jovem, denominada Fm. Serra Azul, correlacionada à Glaciação Gaskiers (Figueiredo *et al.*, 2006; Alvarenga *et al.*, 2007). Estas descobertas muito colaboram com o entendimento do paleoambiente e paleoclima reinante na Terra durante este período tão enigmático que antecede a Explosão de Vida Cambriana. Além disso, a participação da Faixa Paraguai na formação do Supercontinente Gondwana, durante o Ciclo Brasileiro, parece ter ocorrido tardiamente em relação às demais faixas de dobramentos brasileiras, possivelmente durante ou após a deposição da Formação Serra Azul. No entanto, esta unidade ainda não possui um estudo de proveniência que poderia determinar possíveis mudanças na fonte dos sedimentos durante sua deposição, seja devido à glaciação e degelo ou ao fechamento do mar pré-existente.

GEOLOGIA REGIONAL E LOCAL

A Faixa Paraguai está geologicamente situada na borda sudeste do Craton Amazônico (Fig. 1) e é composta de rochas sedimentares depositadas numa margem passiva, durante o Neoproterozóico. Estas sucessões foram deformadas na fase final da Orogênese Brasileira/Pan-Africana.

Na porção mais basal da Faixa Paraguai encontra-se o Grupo Cuiabá (figura 1) formado, da base para o topo, por filitos ricos em matéria orgânica e metadolomitos, sobrepostos por metassedimentos glaciomarinhas e turbidíticos, como diamictitos, conglomerados, arenitos e folhelhos (Alvarenga e Trompette, 1992). Esta sucessão grada lateralmente para as formações Bauxi e Puga (Fig. 1). A Formação Bauxi é representada por diamictitos intercalados com camadas de siltitos, quartzitos e

conglomerados, depositados sob influência glacial. A Formação Puga é composta principalmente de diamictitos depositados na área cratônica e correlacionados à glaciação Marinoana (Nogueira *et al.*, 2003; Alvarenga *et al.*, 2004; Trindade *et al.*, 2004), embora idades radiométricas não sejam disponíveis para esta unidade.

A Formação Puga é sobreposta por cerca de 1300 m de carbonatos do Grupo Araras, que foi dividido em duas formações por Almeida (1964): Formação Guia, composta de aproximadamente 250 m de calcário e calcário argiloso laminado, depositados em ambiente de plataforma moderadamente profunda (Nogueira *et al.*, 2003), sobreposta pela Formação Nobres, com cerca de 800 m de dolomitos depositados em plataforma rasa.

Sobreposta ao Grupo Araras, foi recentemente descrita a Formação Serra Azul (Figueiredo *et al.*, 2006; Alvarenga *et al.*, 2007). Esta unidade litoestratigráfica é composta, da base para o topo, por cerca de 70 m de diamictito maciço, depositado em ambiente glacial, seguido de 200 m de argilito-siltito laminado, que marca a subida do nível relativo do mar (Figueiredo *et al.*, 2004), com ocorrência de camadas lenticulares de calcário, com ca. de 12 m de espessura, próximo ao topo. Acima da ocorrência de calcário, iniciam-se intercalações de lâminas e camadas de areia fina, que se tornam mais frequentes e espessas a medida que se aproximam do contato com a Formação Raizama.

A unidade superior da faixa consiste das rochas siliciclásticas do Grupo Alto Paraguai (Fig. 1), dividido em duas formações geológicas: formações Raizama e Diamantino. A Formação Raizama é composta de conglomerados, arcóseos e arenitos, depositados em águas epineríticas, pouco profundas, e ambiente dominado por marés, durante subsidência lenta e contínua (Almeida, 1964). A Formação Diamantino é constituída por folhelhos vermelhos, siltitos e arcóseos, depositados durante o soerguimento de porções mais a sudeste, que gerou uma bacia sucessora com influência marinha e continental tipo molassa (Hennies, 1966).

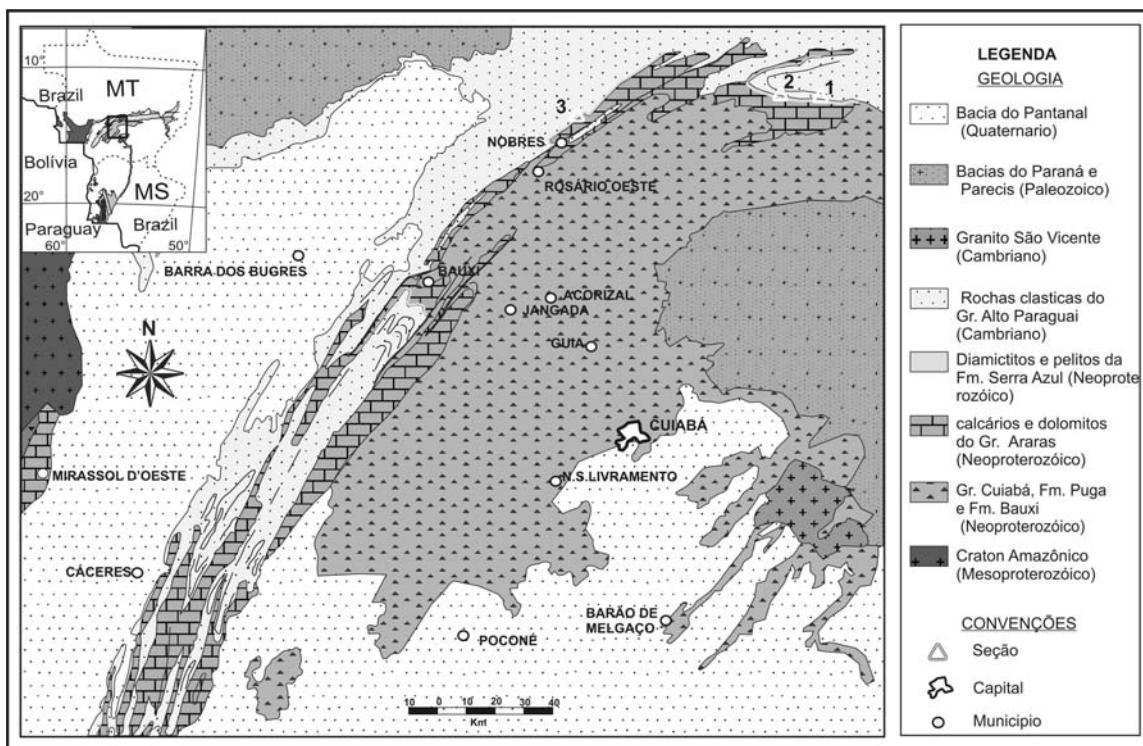


Figura 1: Mapa geológico regional da Faixa Paraguai em Mato Grosso (modificado de Alvarenga & Trompette, 1993), indicando as seções selecionadas para este estudo.

PROCEDIMENTOS QUIMICO-ANALÍTICOS

Análises isotópicas Sm-Nd

Foram selecionadas 9 amostras, entre pelitos e matriz de diamictitos da Fm. Serra Azul, para determinação de idades Sm-Nd T_{DM} . As análises isotópicas de Sm-Nd foram realizadas em cerca de 50 mg de amostra pulverizada, através da digestão ácida com HF, HNO₃ e HCl. Após a completa dissolução, Sm e Nd foram purificados através da técnica de troca iônica em duas etapas. Durante a primeira etapa, estes elementos foram separados dos demais elementos terras raras, usando resina RE Spec. Na segunda etapa, os elementos Sm e Nd foram separados utilizando uma coluna de resina LN Spec. As razões isotópicas de Sm e Nd foram medidas em espectrômetro de massa multicoletor Finnigan MAT-262.

Análises isotópicas K-Ar

Idades radiométricas K-Ar foram determinadas em 3 amostras de clastos vulcânicos recuperados dos diamictitos. As amostras dos clastos tiveram suas partes externas retiradas, sendo o núcleo inalterado de cada clasto cominuído e peneirado, obtendo-se uma fração com granulometria entre 0,42 e 0,250 mm. Metade desta fração foi pulverizada em almofariz de ágata para análise de K, enquanto que a fração mais grossa foi destinada à determinação de Ar. No procedimento para determinação do K, a amostra, pesada em béquer de PFA Savillex®,

sofreu digestão ácida com H₂SO₄, HF e HNO₃, conjugadas com processos de aquecimento brandos e severos. A solução obtida foi filtrada, adicionada de uma solução de lítio (Li) e analisada por fotometria de chama. No procedimento para a determinação do Ar, a amostra foi pesada em cadinho de molibdênio. A extração do Ar foi realizada através de fusão, em forno de indução acoplado à linha de extração de ultra-alto-vácuo e purificada em duas etapas, sendo a primeira através de reações de oxi-redução com cobre metálico, óxido de cobre a 450°C e um dessecante. Na segunda etapa, foi submetida à reação de absorção com titânio metálico de 800°C à 25°C. A amostra purificada foi coletada em ampola e analisada em espectrômetro de massas.

RESULTADOS

As amostras selecionadas para o estudo pelo método Sm-Nd foram coletadas ao longo da estratigrafia da Fm. Serra Azul em três locais distintos (Fig. 1), sendo dois no flanco sul da Sinclinal Serra Azul (Marzagão, MT) e um na reserva ambiental da Cimenteira Tocantins (Nobres, MT). Já os clastos recuperados dos diamictitos foram coletados apenas no flanco sul da Sinclinal Serra Azul (seção 1).

Na seção 1 (Fig. 1 e 2), situada na região da Serra Azul, foram obtidas idades modelo Sm-Nd T_{DM} , baseadas no modelo de DePaolo (1981), entre 1,6 e 1,9 Ga, com valores de $\epsilon_{Nd(t=582Ma)}$ negativos, variando de -6,7 a -9,5 ao longo da sucessão. Resultados semelhantes foram

observados nas rochas da seção 2, com valores de ϵ_{Nd} ($t=582\text{Ma}$) entre -7,6 e -9,5, e idades T_{DM} variam de 1,6 a 1,8 Ga. Nas proximidades da cidade de Nobres, na seção 3, as amostras coletadas forneceram idades T_{DM} entre 1,6 e 2,0 Ga com valores de $\epsilon_{Nd}(t=582\text{Ma})$, igualmente negativos, entre -6,7 e -8,6.

As idades radiométricas K-Ar foram obtidas em clastos recuperados dos diamictitos que compõem a base da seção 1. Os clastos analisados são representados por diabásio e riolitos porfíricos, e as idades obtidas variam de 730 Ma a 1,2 Ga.

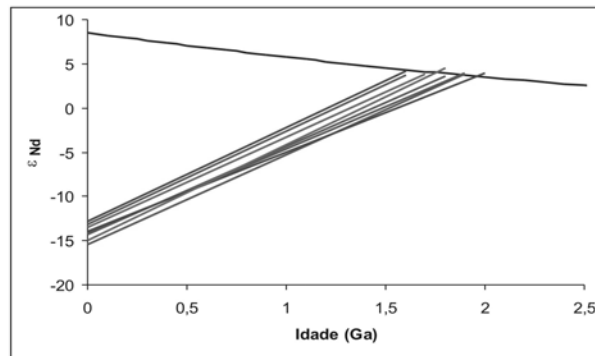


Figura 2. Gráfico apresentando as idades modelo Sm-Nd T_{DM} em relação ao ϵ_{Nd} das amostras analisadas.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Estas rochas da Formação Serra Azul foram depositadas na margem sudeste do Cráton Amazônico (Fig. 1) durante o Ediacariano, por processos glaciais e de deglaciação que costumam misturar uma ampla variedade de tipos de rocha, de diferentes idades, expostas em áreas bastante extensas.

Neste contexto, as rochas analisadas mostraram idades Sm-Nd T_{DM} variando entre 1,6 a 2,0 Ga e $\epsilon_{Nd}(t=582\text{Ma})$ negativos oscilando entre -6,7 e -9,5 (Fig. 2). Estes resultados correspondem a uma idade modelo de mistura das diversas fontes que contribuíram no preenchimento da bacia e evidenciam que as fontes dos sedimentos são predominantemente de idades paleo- e mesoproterozóicas, com um período considerável de residência crustal. No entanto, as idades K-Ar obtidas nos clastos recuperados mostraram a contribuição de fontes mais jovens, como um riolito porfírico e um diabásio de idade Steniana e outro riolito porfírico de idade Criogeniana.

Pode-se observar que durante a fase glacial (diamictitos) há uma contribuição maior de fontes mais jovens (Fig. 3), enquanto que os sedimentos depositados durante a deglaciação possuem uma maior contribuição de fontes mais antigas, talvez como resultado da transgressão marinha que atinge porções mais internas do paleocontinente. Também é possível notar que há pouca diferença entre as idades T_{DM} da região de Nobres e a região da Serra Azul, mostrando pouca variação na contribuição das fontes para estas áreas. Comparando as

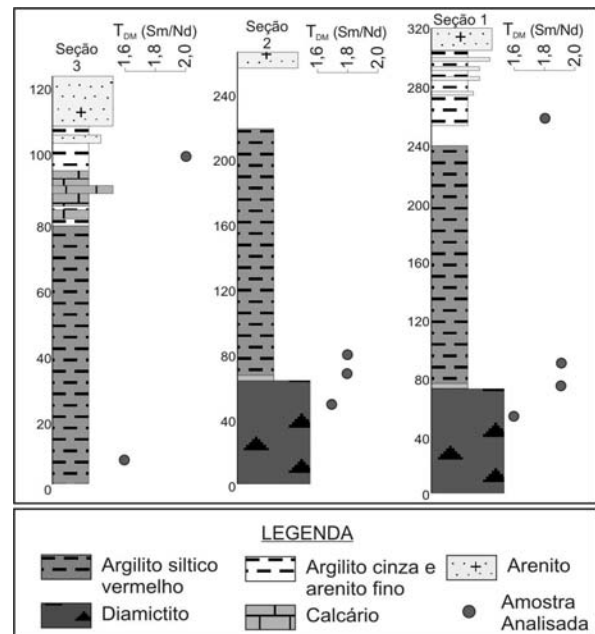


Figura 3. Sucessão estratigráfica da Formação Serra Azul indicando as idades Sm-Nd T_{DM} das amostras analisadas.

sucessões, nota-se que na fase transgressiva (argilitos vermelhos) há um predomínio de fontes mais antigas na região da Serra Azul em relação à Nobres, enquanto que na fase de mar alto (argilito cinza), o predomínio das fontes mais antigas passa a ser na região de Nobres, em relação à Serra Azul.

Considerando que a Formação Serra Azul tenha se depositado ainda numa margem passiva, antes do desenvolvimento da Faixa Paraguai, é bastante provável que as rochas fontes pertençam somente ao paleocontinente (Cráton Amazônico). No entanto, considerando uma deposição durante o desenvolvimento da Faixa Paraguai a bacia receberia contribuições não só do Cráton Amazônico, mas também de rochas situadas em áreas soerguidas.

Os dados geocronológicos existentes dos terrenos e províncias do Cráton Amazônico que variam em idade de cristalização de 1,0 Ga a mais de 2,5 Ga, possuindo litologia bastante diversificada, com rochas máficas a félsicas e metassedimentares. Pela paleogeografia, os terrenos mais próximos das seções analisadas e, portanto, com maior potencial de contribuição para a bacia no local estudado seriam as províncias Rio Negro-Juruena (1,5 a 1,8), Ventuari-Tapajós (1,8 a 1,9) e Rondoniana-San Inácio (1,3 a 1,5), todas situadas mais ao sul do Cráton Amazônico. A Província Rio Negro-Juruena, em especial, consta de uma sucessão de arcos magmáticos com intensa ocorrência de granitos e migmatitos, principalmente em sua parte sul, justificando a tendência negativa do ϵ_{Nd} adquirido para a sequência glacial estudada. As idades de cristalização das rochas da Província Rio Negro-Juruena variam entre 1,8 e 1,55 Ga (Tassinari & Macambira, 1999), sendo que duas unidades cristalizadas há 1,59 Ga, o Batólito Santa Cruz e o Gnaiss São Domingos, apresentam

idades Sm-Nd T_{DM} de 2,05 Ga (Ruiz, 1992), bastante similares às idades Sm-Nd T_{DM} encontradas nas seções estudadas. De acordo com estes dados, é provável que as rochas analisadas tenham recebido uma contribuição maior de rochas-fontes situadas na Província Rio Negro-Juruena com contribuições subordinadas de rochas pertencentes às províncias Ventuari-Tapajós, a leste, e Rondoniana-San Inácio, a oeste.

No entanto, as idades K-Ar mais jovens obtidas nos clastos evidenciam um riolito criogeniano ainda não descrito no Cráton Amazônico. Além do craton, existe a possibilidade de contribuição para a bacia de rochas-fontes expostas pelo soerguimento da Faixa Araguaia e Arco de Goiás mais a leste.

REFERÊNCIAS

- Almeida, F.F.M. 1964. Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. Ministério de Minas e Energia, DNPM, Boletim da Divisão de Geologia Mineral, 215: 1-137.
- Alvarenga, C.J.S.de & Trompette, R., 1992. Glacial influenced turbidite sedimentation in the uppermost Proterozoic and Lower Cambrian of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 92: 85-105.
- Alvarenga, C.J.S.de & Trompette, R. 1993. Evolução Tectônica Brasileira da Faixa Paraguai Na região de Cuiabá. *Revista Brasileira de Geociências*, 23(1) : 18 – 30.
- Alvarenga, C.J.S.de, Santos, R.V., Dantas, E.L. 2004. C-O-Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguay Belt, Brazil. *Precambrian Research*, 131:1-21.
- Alvarenga, C.J.S.de, Figueiredo, M.F., Babinski, M., Pinho, F.E.C. 2007. Glacial diamictites of Serra Azul Formation (Ediacaran, Paraguay Belt): evidence of the Gaskiers glacial event in Brazil. *Journal of South American Earth Science*, 23: 236-241.
- DePaolo, D.J. 1981. Neodymium isotopes in the Colorado Front Range and crust-mantle evolution in the Proterozoic. *Nature*, 291:193-196.
- Figueiredo, M.F., Babinski, M., Alvarenga, C.J.S.de, Pinho, F.E.C. 2004. Diamictites overlying Marinoan-age carbonates of Araras Formation, Paraguay Belt, Brazil: evidence of a new glaciation? In: *Symposium on Neoproterozoic-Early Paleozoic Events in SW-Gondwana, IGCP-478, Second Meeting, Brazil*, 18-19.
- Figueiredo, M.F., Babinski, M., Alvarenga, C.J.S., Pinho, F.E.C., Simon, C.M. 2006. Chemostratigraphy of C, O e Sr of ediacaran carbonates of Paraguay Belt, Mato Grosso. In: *Simpósio Sudamericano de Geología Isotópica*, 5, Punta del Este, p. 25-28.
- Hennies, W.T. 1966. Geologia do Centro-Norte Mato-Grossense. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 65 p.
- Nogueira, A.C.R., Riccomini, C., Sial, A.N., Moura, C.A.V., Fairchild, T.R. 2003. Soft-sediment deformation at the base of the Neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon craton, Brazil): Confirmation of rapid icehouse to greenhouse transition in snowball Earth. *Geology*, 31: 613-616.
- Ruiz A.S. 1992. Contribuição à geologia do distrito de Cachoeirinha, MT. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 98 p.
- Tassinari, C.C.G & Macambira, M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22(3):174-182.
- Trindade, R.I.F., Font, E., D'Agrela Filho, M.S., Nogueira, A.C.R., Riccomini, C. 2003. Low-latitude and multiple geomagnetic reversals in the Neoproterozoic Puga cap carbonate, Amazon craton. *Terra Nova*, 15(6): 441-446.