



Anomalias de Ce em Mafitos e Ultramafitos Neoproterozóicos da Faixa Brasília Sul, MG: discussão e significado.

Marco Aurélio P. PINHEIRO¹ & Marcos Tadeu F. SUITA²

1- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM)/Serviço Geológico do Brasil, SUREG-BH - marco.pinheiro@cprm.gov.br; 2- Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal & Recursos Naturais (ECRN); Departamento de Geologia (DEGEO), UFOP – suita@degeo.ufop.br

RESUMO

No Sul de Minas Gerais, na borda meridional do orógeno neoproterozóico Tocantins, ocorrem corpos máficos e ultramáficos posicionados em metassedimentos oceânicos, turbidíticos e pelágicos a hemipelágicos, metamorfisados em médio a alto grau, ao longo de falhas de empurrão profundas. Estes corpos, de natureza controversa, associam-se a granulitos, retroeclogitos e lentes do embasamento e são constituídos por serpentinitos (meta-harzburgito) com textura *mesh* e evidências de serpentinização primária, com meta-harzburgito e meta-websterito cumuláticos reequilibrados em alto grau. Em diagramas AFM e ACM posicionam-se em campos de peridotitos abissais, orogênicos, ofiolíticos e de zonas basais de complexos acamadados. Litotipos como meta-bronzitito pegmatóide, antofilita meta-harzburgito e anfíbolitos diversos (de origens vulcânica e plutônica) com assinaturas toleíticas de baixo a alto Ti, posicionam-se em campos de basaltos de arcos de ilha, *E-MORB* a *N-MORB*. Meta-basaltos e meta-gabros com assinaturas toleíticas de baixo Ti, que se situam em campos de arcos de ilha a *N-MORB*, exibem um padrão geoquímico similar entre si, com um possível *trend* de diferenciação associado com as ultramáficas e característica anomalia negativa de Ce no conjunto de rochas máfico-ultramáficas, quando normalizados ao condrito. Sugerimos que estas rochas sejam co-genéticas, membros desmembrados de um complexo ofiolítico (do tipo alpino), diferentes dos metabasaltos com assinatura geoquímica de magmas intraplaca que não exibem anomalias de Ce. Estas anomalias sugerem processos de interação com água do mar ou herança de fonte mantélica empobrecida em Ce. Esta anomalia pode ser usada como um critério separador entre corpos ofiolíticos e não ofiolíticos.

Palavras-chave: anomalia de Ce; ultramáficas; máficas; ofiolitos; Faixa Brasília Sul.

ABSTRACT

In the southern of the Minas Gerais State, in the southern border of the Tocantins Neoproterozoic orogen occur mafic and ultramafic bodies positioned into oceanic turbiditic, pelagic to hemipelagic metasediments, which were metamorphosed at medium to high grade, along deep thrust faults. These bodies, of controversial nature, are associated to granulites, retroeclogites and basement slivers and are made up by serpentinites (meta-harzburgite) with mesh texture and show evidences of primary serpentinization, with cumulative meta-harzburgite and meta-websterite reequilibrated at high-grade. In AFM and ACM diagrams they plot into fields of abyssal orogenic peridotite, ophiolites and of basal zones of layered complexes. Lithotypes like pegmatitic meta-bronzitite, anthophyllite meta-harzburgite and several amphibolites (of volcanic and plutonic origins) have tholeiitic signatures of low to high Ti and plot into island arc basalt fields, *E-MORB* to *N-MORB*. Meta-basalts and meta-gabbros with tholeiitic signatures of low Ti, which are positioned into island arc to *N-MORB* fields, show a similar geochemical pattern among them, a possible differentiation *trend* associated with the ultramafic rocks and characteristic negative Ce anomaly in the group of mafic-ultramafic rocks, when normalized to chondrite. We suggest that these rocks are cogenetic, dismembered members of an ophiolitic complex (alpine-type), which are different from the metabasalts with geochemical signature of intraplate magmas which do not show Ce negative anomalies. These anomalies suggest process of interaction with sea water or heritage of a mantle source Ce-depleted. This anomaly can be used as a criterion to distinguish between ophiolitic and non ophiolitic bodies.

Keywords: Ce anomalies; mafic and ultramafic rocks; Neoproterozoic; Tocantins Orogen/Brasília belt; Ophiolites; Discussion; and, Significance.



1. INTRODUÇÃO

Na região entre Andrelândia, Liberdade e Alagoa, ocorrem corpos (meta)máficos (vulcânicos e plutônicos) e (meta)ultramáficos (serpentinitos, (antofilita)harzburgitos, piroxenitos, websteritos e bronzititos), descontínuos e desmembrados, em diferentes níveis estratigráficos nas *nappes* de Andrelândia, Liberdade e Pouso Alto (Trouw *et al.*, 2000). Estas *nappes* representam a margem ativa da placa Sanfranciscana na Orogênese Brasileira (Campos Neto *et al.*, 2007). Estas associações têm metassedimentos oceânicos, turbídíticos e pelágicos-hemipelágicos, metamorfitos de médio a alto grau, que foram afetadas por falhas de empurrão profundas e associam-se a a granulitos, retroeclogitos e lentes do embasamento (*e.g.*, Heilbron *et al.*, 2003; Paciullo *et al.*, 2003).

Diversas são as atribuições a esses corpos máficos e ultramáficos na região. Corpos máficos, similares aos estudados, foram interpretados como magmas toleíticos continentais, do tipo *E-MORB*, e foram posicionados na base da *nappe* Andrelândia e como do tipo *N-MORB* em unidades superiores da sequência, em ambiente *rift* (Gonçalves & Figueiredo, 1992; Paciullo, 1992; Ribeiro *et al.*, 1995). Corpos ultramáficos associados, ou não, aos metamorfitos, foram interpretados como remanescentes de fracionados toleíticos continentais (Almeida, 1998), fragmentos do manto litosférico exumados sob crosta estirada (Ribeiro *et al.*, 2003) e/ou membros de associações ofiolíticas desmembradas na Orogenia Brasileira (Pinheiro, 2008; Pinheiro & Suita, 2008).

2. Aspectos da Litogeoquímica dos Litotipos Analisados.

Dentre as rochas máficas e ultramáficas (considerados como os mais representativos da área em estudo) foram analisados oito litotipos posicionados em diferentes níveis das *nappes* brasileiras, sendo: dois metabasaltos e um meta-gabro, posicionados na *nappe* de Liberdade; um meta basalto, na *nappe* de Andrelândia; um olivina ortopiroxenito, na *klippe* de Carrancas; e, um meta-websterito, um meta-harzburgito e um meta-bronzitito, posicionados na base da *klippe* de Carvalhos. Através de análises geoquímicas de elementos terras raras, normalizados a valores do condrito (Sun & McDonough, 1989), estas litologias, exibem um padrão levemente côncavo para os elementos terras raras leves (ETRL) e um padrão horizontalizado para os elementos terras raras pesados (ETRP). Uma forte anomalia negativa de Ce ocorre tanto metamáficas, com composições que se posicionam em campos de arcos de ilha a MORB (Fig.1), quanto, também nos ultramorfitos (Fig.1; A,B). Esta anomalia de Ce, aparentemente, não ocorre em metabásicas com assinaturas geoquímicas de *E-MORB* e continental. Esse comportamento, detectado em rochas ultramáficas da região, foi atribuído por Almeida (1998) como o resultado de processos intempéricos. Por outro lado, Oliveira & Suita (2006) sugeriram que as anomalias



positivas de Ce^{+4} e negativas de Eu^{+3} , nos ultramafitos, ocorreram por circulação de fluidos oxidantes metamórfico-hidrotermais, isto é, processos de oxidação primária em provável fundo oceânico. Diante do modo de ocorrência desses litotipos, considerando-se que sejam corpos diferenciados a partir de um líquido comum (Almeida, 1998; Pinheiro, 2008) e levando-se em conta a evidência de serpentinização primária em serpentinitos associados aos ultramafitos (Pinheiro, 2008; Pinheiro & Suita, 2008), atribuiu-se a esse comportamento do Ce em relação aos demais ETR, como sendo a resposta a processo primário, com oxidação do Ce^{3+} em ambiente marinho, metassomatismo mantélico ou processos da própria câmara magmática.

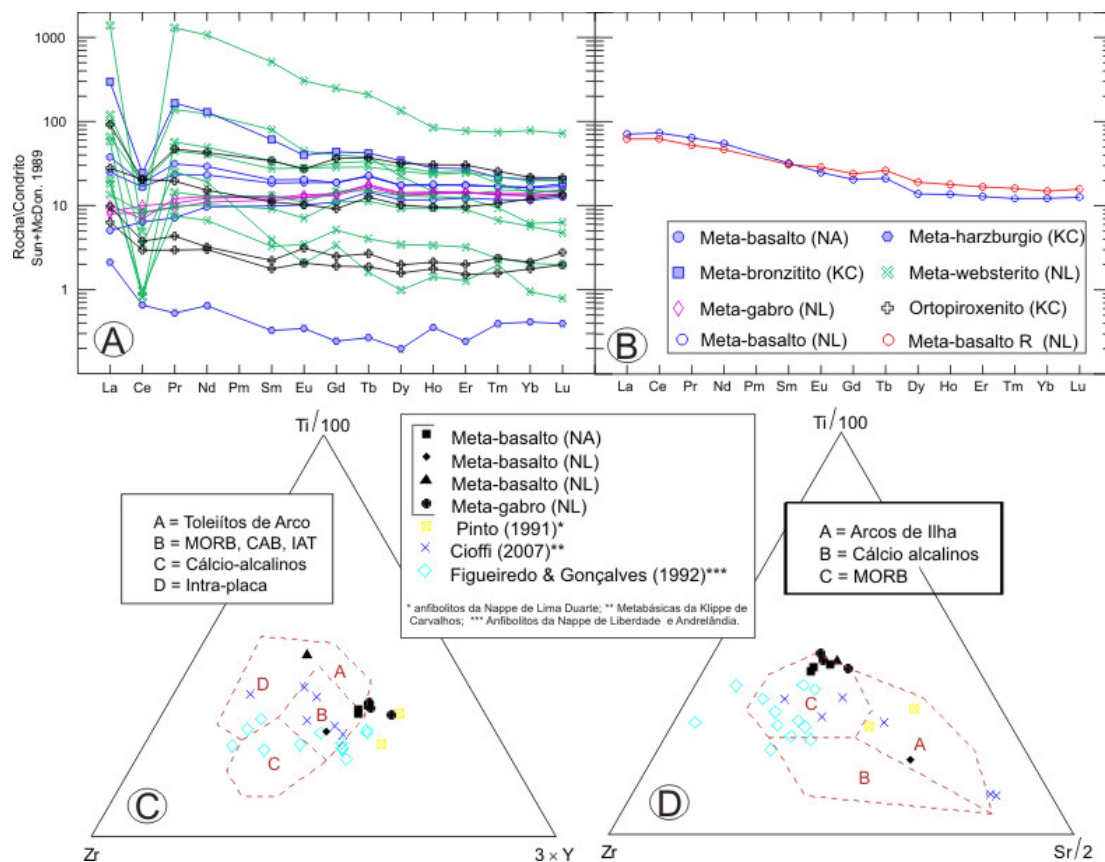


Figura 1: Padrões de comportamento de ETR normalizados para valores do condrito (Sun & McDonoug, 1989) para: A) composições de arco de ilhas comparados a metabásicas e ultramáficas; B) Metabásicas de composições intra-placa; Diagramas das rochas metabásicas, comparadas com alguns valores da região; em C) diagrama Ti/100 vs Zr vs Y e, D) diagrama Ti/100 vs Zr vs Sr/2r para metabásicas (Pearce & Cann, 1973).

3. CONCLUSÕES

A anomalia negativa de Ce observada, no conjunto de rochas ultramáficas e metabasitos, normalizados para o condrito, sugere assinatura de arco de ilhas para este grupo de rochas. Por outro lado, ocorre ausência desta anomalia de metabásicas com assinaturas E-



MORB a intraplaca. Isto sugere, preliminarmente, um possível critério de separação entre metabásicas e metaultramáficas, de associação ofiolítica, que se constituem de membros desconectados, com outros corpos não ofiolíticos. É possível que tal anomalia resulte de processo primário, pré-metamorfismo, de oxidação do Ce, em ambiente marinho, ou um processo magmático gerador dessa associação depletada em Ce.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida S., 1998. Petrologia de rochas ultramáficas associadas ao Grupo Andrelândia e seu embasamento, na região de Liberdade, Arantina, Andrelândia, São Vicente de Minas e Carrancas, MG. Tese de Doutorado, Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 194 p.
- Campos Neto, M. C.; Janasi, V. A. ; Basei, M. A. S. ; Siga JR, O., 2007. Sistema de Nappes Andrelândia, setor oriental: Litoestratigrafia e posição estratigráfica. Revista Brasileira de Geociências, v. **37**:855-868.
- Ciofi, C. R., 2009. Geologia dos granulitos de alta pressão da Klippe Carvalhos, extensão sul da Faixa Brasília. 104 f. .Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- Gonçalves M.L. & Figueiredo M.C.H., 1992. Geoquímica dos anfíbolitos de Santana do Garambéu (MG): implicações sobre a evolução do Grupo Andrelândia. Geochimica Brasiliensis, **6**: 127-140.
- Heilbron M., Tupinambá M., Junho M.C.B., Pentagna F.V.P., Trouw R., Valeriano C.M., Toledo C., Medeiros R.M., Roig H.L., 2003b. Mapa Geológico – Santa Rita do Jacutinga. In: C.A. Pedrosa Soares, A. Noce, R.A. Trouw, M. Heilbron (Eds). Projeto Sul de Minas. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG
- Paciullo F.V.P., 1992. Orto-anfíbolitos no Ciclo Deposicional Andrelândia: composição química e ambiente tectônico. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 37, São Paulo, Resumos, **2**:28-29.
- Paciullo F.V.P., Ribeiro A., Trouw R.A.J., 2003. Geologia da Folha Andrelândia 1: 100.000. In: A.C. Pedrosa Soares, C.M. Noce, R.A.J. Trouw, M. Heilbron, M. (Org.). Geologia e recursos minerais do sudeste mineiro, Projeto Sul de Minas- Etapa I (COMIG, UFMG, UFRJ, UERJ), Relatório Final. 1 ed. Belo Horizonte: Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG, **1**:84-119.
- Pearce J.A. & Cann J.R., 1973. *Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. Earth Planet. Sci. Lett.* **19**:290-300.
- Pinheiro, M.A.P., 2008. Geologia e Petrologia das rochas ofiolíticas neoproterozóicas da Folha Andrelândia. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Ouro Preto, 171 p.
- Pinheiro, M.A.P. & Suita, M.T.F., 2008. Metamorfismo em meta-serpentinó e meta-peridotitos ofiolíticos neoproterozóicos, faixa Brasília Sul. Borda sul do Cráton São Francisco (MG). Revista Brasileira de Geologia, v. **34**(4): 692-705.
- Pinto C.P., 1991. Programa de levantamentos geológicos básicos do Brasil: Folha Lima Duarte. Belo Horizonte, CPRM/MG. 212 p. (Texto Explicativo).
- Ribeiro A., Paciullo F.V.P., Trouw R.A.J., Valença J.G., 2003a. Síntese Geológica Regional do Bloco Ocidental, Campos das Vertentes e Sul de Minas. In: Pedrosa Soares, A.C.; Noce, C.M.; Trouw, R.A.J.; Heilbron, M.. (Org.). Geologia e Recursos Minerais do Sudeste Mineiro. Projeto Sul de Minas Etapa I (COMIG, UFMG,UFRJ,UERJ), Relatório Final.. Belo Horizonte: COMIG, **1**:51-152.
- Sun, S.-S.& McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. Eds. , Magmatism in Ocean Basins. Geol. Soc. Spec. Publ., London, pp. 313–345.
- Oliveira, D.M. & Suita, M.T.F. 2006. Revisão da litogeoquímica de ultramafitos da região de Liberdade (Minas Gerais) e seu significado petrológico. Seminário de Iniciação Científica, XII, UFOP, Ouro Preto (MG), Resumos..., p..
- Trouw R.A.J., Heilbron M., Ribeiro A., Paciullo F., Valeriano C.M., Almeida J.C.H., Tupinambá M. & Andreis R.R. 2000. The central segment of Ribeira Belt. In : In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho & D.A. Campos (eds.) *Tectonic Evolution of South America* . Rio de Janeiro, Brazil, p. 287-310.