

ASPECTOS GEOQUÍMICOS DE METABASALTOS DO GREENSTONE BELT DE GUARINOS, GOIÁS

HARDY JOST, JOSÉ AFFONSO BROD & RAUL MINAS KUYUMJIAN

ABSTRACT The geochemistry of Archaean metabasalts of the Guarinos greenstone belt, central Brazil, has been investigated and preliminary results presented in the paper. The data indicate abyssal tholeiitic affinity with early olivine and late clinopyroxene fractionation from a Ti- and REE-enriched mantle. Normalization to the composition of modern tectonic environment basalts suggest that the best fit is with a back-arc tectonic regime.

Keywords: Archaean, metabasalts, geochemistry, tectonic environment, central Brazil

INTRODUÇÃO O *greenstone belt* de Guarinos, Goiás, (Fig. 1) tem cerca de 350 km², dos quais 65% são metabasaltos da Formação Serra Azul (Jost & Oliveira 1991). A unidade tem cerca de 400 m de espessura e está, estratigraficamente, sobreposta a aproximadamente 300 m de metakomatiitos (Formação Serra do Cotovelo) e sotoposta a 80 m de formações ferríferas (Formação Aimbé) que dão lugar a 400 m de xistos carbonosos e metarritmitos (Formação Cabaçal). Lateralmente, os metabasaltos se interdigitam com metarritmitos (Formação São Patricinho).

A maior abundância de metabasaltos em área no *greenstone belt* de Guarinos, comparativamente às faixas próximas de Crixás (15%) e Pilar de Goiás (28%), assim como o seu estado de preservação, a espessura estratigráfica e a amplitude da variação composicional dos mesmos estimulou o exame de suas propriedades geoquímicas e comparação com rochas equivalentes de ambientes modernos. Essa Nota Breve visa divulgar resultados preliminares desta investigação.

PROPRIEDADES PETROGRÁFICAS Os metabasaltos de Guarinos são verde escuro a claro, finos a muito finos, variam de foliados a maciços e contém raras relíquias de almofadas e amigdalas. Em lâmina delgada, apresentam proporções variadas de ferro-actinolita e albita, com clorita, clinozoisita, quartzo e opacos acessórios, em associação típica da fácies xisto verde. Basaltos compõem cerca de 90% da coluna estratigráfica preservada de metavulcânicas básicas, seguidos de basaltos komatiíticos e andesitos. Formações ferríferas são ocasionais.

ASPECTOS GEOQUÍMICOS Cerca de 150 amostras foram estudadas petrograficamente, das quais 30 foram selecionadas para determinação de elementos maiores e traço no LAGEQ/UnB e quatro para análise de ETR nos laboratórios da GEOSOL. Os dados analíticos condensados constam da Tabela I.

Em base livre de voláteis (P.F. média = 6.0% ± 1.4), os metabasaltos contêm de 48% a 54% de SiO₂, >12.00% de Al₂O₃, 9.00

Tabela I - Dados analíticos de rochas metavulcânicas básicas do *greenstone belt* de Guarinos. (A) - Óxidos de elementos maiores, menores e elementos traço dos termos menos (basalto) e mais (andesito) evoluídos de 30 amostras. (B) - Dados de ETR de amostras com proporções de SiO₂ como indicado.

A		
	Basalto	Andesito
SiO ₂	47.98	56.98
TiO ₂	1.02	0.99
Al ₂ O ₃	15.13	16.23
FeO*	11.06	8.56
MnO	0.20	0.17
MgO	8.08	6.90
CaO	13.92	8.28
Na ₂ O	2.07	1.49
K ₂ O	0.41	0.32
P ₂ O ₅	0.12	0.10
P.F.	3.91	2.57
#Mg	0.56	0.44
Cr	160	40
Ni	76	51
V	358	75
Ba	35	60
Sr	60	89
Zr	42	77
Y	26	15
B		
	Basalto	Andesito
SiO ₂	48,43	53,70
La	7,46	6,00
Ce	19,10	14,27
Nd	10,11	8,52
Sm	3,14	2,31
Eu	0,84	0,69
Gd	3,15	2,50
Dy	3,45	3,24
Ho	0,70	0,69
Er	1,96	2,09
Yb	1,51	1,81
Ly	0,20	0,22
ΣETR	51,62	42,34

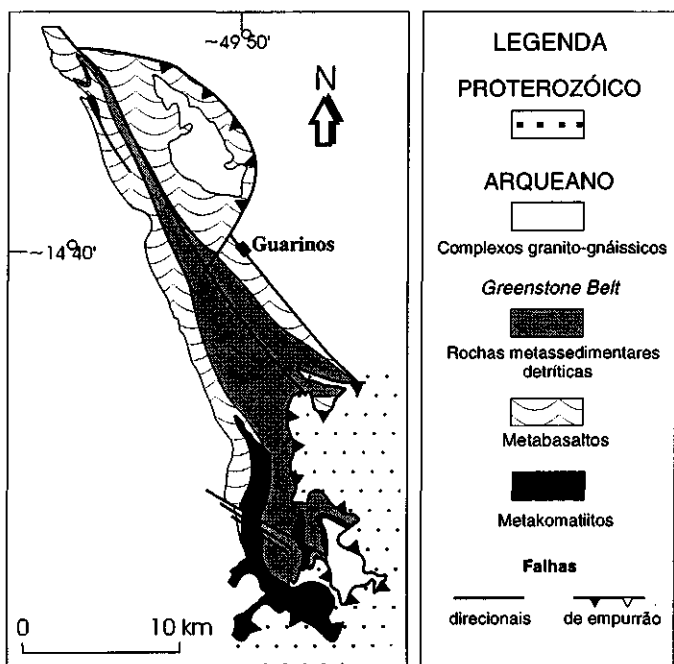


Figura 1 - Mapa geológico simplificado do *greenstone belt* de Guarinos.

* Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 70910-970, Brasília. E-mail: hjost@tba.com.br, jbrod@tba.com.br, raul@unb.br

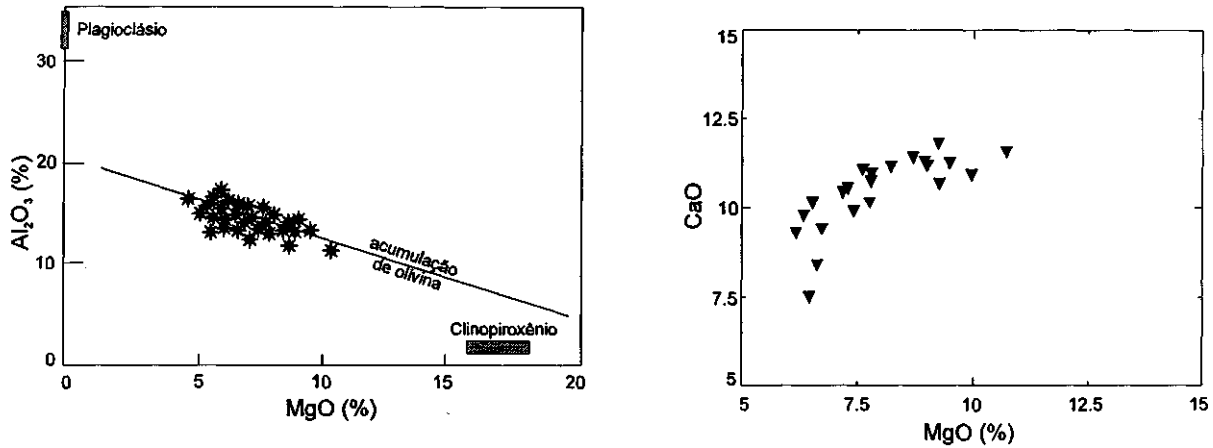


Figura 2 - Variação de Al_2O_3 x MgO indicando que os metabasaltos mais primitivos de Guarinos podem ser explicados pelo/raционamento de olivina e a inflexão de CaO x MgO que os mais evoluídos envolvem/raционamento de clinopiroxênio.

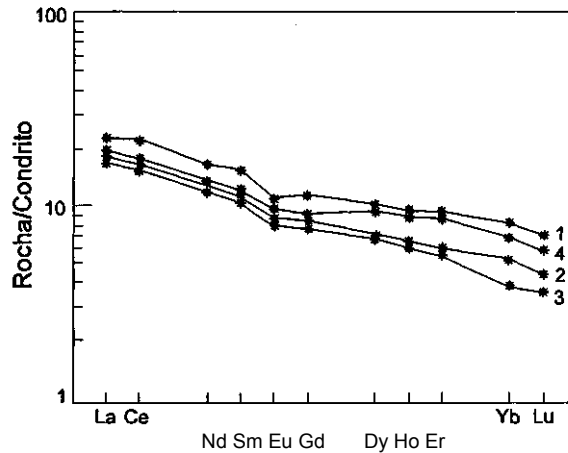


Figura 3 - Assinatura dos ETR dos metabasaltos de Guarinos normalizados ao condrito. Proporções de SiO_2 crescem da amostra 1 (48,34%) para a 4 (53,70%).

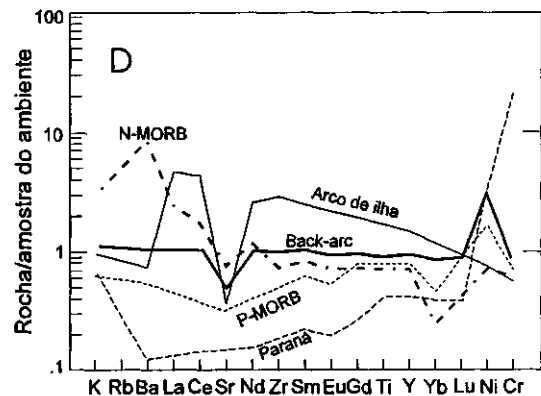
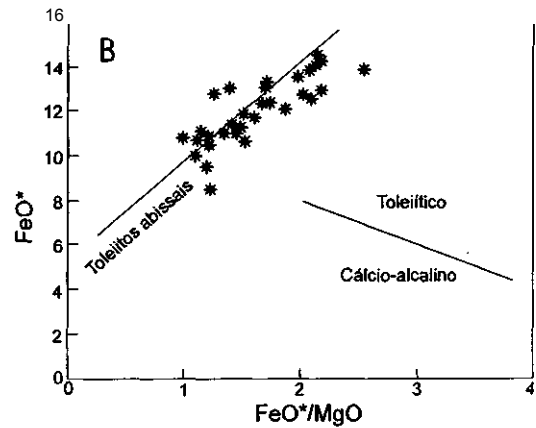
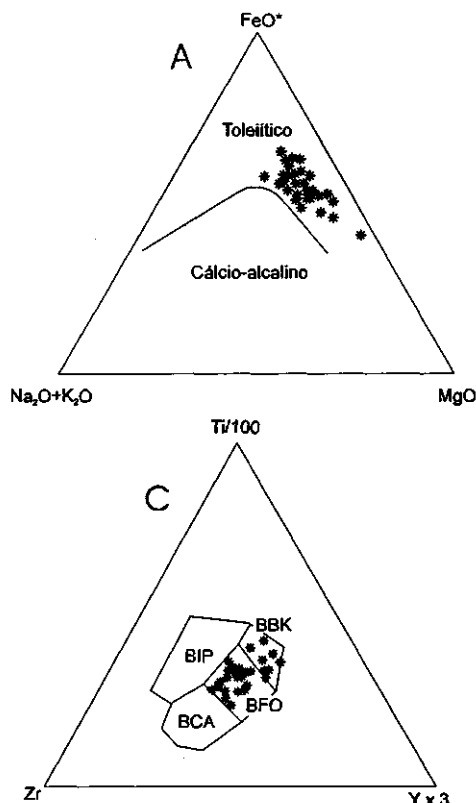


Figura 4 - Diagramas de estimativa de ambiente tectônico dos metabasaltos de Guarinos. (A) Diagrama AFM. (B) - Diagrama de Miyashiro (1972) mostrando que a variação de $FeO^*/FeO + MgO$ é compatível com toleitos abissais. (C) - Diagrama de Pearce & Cann (1973) indicando que os metabasaltos possuem razões compatíveis com basaltos modernos de fundo oceânico (BFO), subordinadamente baixo potássio (BBK). BCA = basaltos cálcio-alcalinos. BIP = basaltos intraplaca. (D) - Spidergram da amostra mais primitiva de Guarinos normalizada à composição de basaltos de diversos ambientes tectônicos modernos, sugerindo sua compatibilidade com basaltos de back-arc.

a 16.93% de FeO*, 5.43 a 10.86% de MgO e 6.70 a 14.43% de CaO. O #Mg médio é de 0.56 (\pm 0.06), inferior à variação normal de basaltos de todas as idades (0.60-0.65) e se explica pelo excesso de Fe em relação a Mg.

O conjunto de diagramas de Harker tendo MgO por índice de diferenciação, mostrados apenas em parte nessa nota breve, sugere que, a partir da erupção e evolução subsequente, P₂O₅ foi muito móvel, TiO₂, FeO*, CaO, Na₂O e K₂O mostram variações petrologicamente consistentes sugerindo pouco mobilidade, e Al₂O₃ e MnO não foram redistribuídos. Como esperado, TiO₂, Al₂O₃, FeO*, Na₂O e K₂O decrescem com o aumento de MgO, enquanto CaO cresce e MnO é invariável. Dentre os diversos diagramas, os mais importantes para esta Nota Breve compreendem os da variação de Al₂O₃ e CaO com MgO (Fig. 2). O primeiro indica que a variação composicional dos metabasaltos estudados se explicada preferencialmente pelo fracionamento de olivina, ao invés de clinopiroxênio ou plagioclásio, o que sugere um caráter relativamente primitivo dos líquidos originais. Por outro lado, a brusca inflexão da variação de CaO com MgO indica que nos termos menos evoluídos (MgO >8%) o fracionamento de clinopiroxênio não foi, de fato, importante, mas foi significativo nos termos mais evoluídos.

As concentrações de ETR são baixas, pois o SETR varia entre 37,73 e 51,62 ppm (Tabela Ib). Quatro amostras foram analisadas e representam proporções distintas de SiO₂ ao longo do espectro composicional das amostras. Normalizadas ao condrito (Fig. 3), as quatro amostras apresentam assinatura semelhante, com anomalia negativa de Eu maior no termo menos evoluído, o que é compatível com a pouca participação de plagioclásio na petrogênese dessas rochas, em benefício preferencialmente de olivina e subordinadamente clinopiroxênio, na ausência de fases ricas em potássio. Por outro lado, a razão La_N/Yb_N situada entre 3,5 e 5, independe das proporções de SiO₂, indicando que o paralelismo entre as assinaturas dos ETR não se explica por simples fracionamento.

Comparativamente às médias das proporções e razões entre elementos imóveis de rochas equivalentes de outras regiões e idades variadas apresentados por Condie (1990), os metabasaltos de Guarinos possuem, em geral, proporções de Cr e Ni e razões La/Yb similares a basaltos de idade inferior a 1.5 Ga, proporções de Zr, Y e Ti e razões Sm/Nd, Eu/Eu*, Zr/Y, Ti/Zr e Ti/V semelhantes aos de *greenstone belts* de idade entre 3 e 2.5 Ga. As razões Ti/Y são superiores e as proporções de Sr inferiores às observadas em basaltos de todas as idades.

ESTIMATIVA DE AMBIENTE TECTÔNICO E CONCLUSÕES A revisão histórica apresentada por Hunter & Stowe (1997) sobre a origem, composição e ambiente tectônico de *greenstone belts* mostra que, no período anterior a 1980, as rochas vulcânicas desses ambientes foram interpretadas, de modo restritivo, como associados a *riffs* continentais (p. ex. Henderson 1981), arcos de ilha (Folinsbee *et al.* 1968, Langford & Morin 1976), bacias de *back-arc* (Condie 1986, Tarney *et al.* 1976) e ofiolitos (De Witt *et al.* 1987). Contudo, os diversos exemplos ao longo da obra de De Wit & Ashwall (1997) registram que *greenstone belts* não se explicam por um modelo tectônico universal e cada caso deve ser analisado individualmente. Ademais, os mesmos exemplos ilustram que *greenstone belts* podem ser explicados por um ou pela convergência de mais de um dos ambientes tectônicos mencionados.

Assim, em uma primeira aproximação, o diagrama AFM (Fig. 4a) mostra que os metabasaltos são geoquimicamente compatíveis com toleitos. A variação de FeO* x FeO*/MgO (Fig. 4b) se alinha segundo o *trend* dos toleitos abissais modernos. Por outro lado, as razões Zr/Ti/Y (Fig. 4c) semelhantes às dos basaltos de fundo oceânico (BFO), embora algumas amostras se situem no campo dos basaltos baixo potássio, restringe a participação de ambientes convergentes. Isto contrasta com o fracionamento dos ETR e as proporções de TiO₂ superiores a 1 nos termos menos evoluídos que sinalizam um manto previamente enriquecido, o que poderia mostrar a influência de regime convergente. Para elucidar o contraste, escolheu-se a amostra mais primitiva do conjunto e que tivesse análise química completa, incluindo ETR, para normalizar a amostras composicionalmente semelhantes de diversos ambientes tectônicos modernos, com dados compilados por Wilson (1989). A amostra utilizada é a que consta da Tabela 1 b, contendo 48,43% de SiO₂. O resultado da normalização consta da figura 4d, o qual mostra que o ambiente que melhor justifica a sua composição é o de *back-arc*. A deficiência de Sr pode ser explicados pela pouca participação de plagioclásio e o excesso de Ni e os teores normais de Cr pelo excesso de olivina relativamente à cromita na petrogênese desses metabasaltos.

Agradecimentos Ao CNPq pelos recursos financeiros e Bolsas de Produtividade, à Dra. Christina Maria Wiedeman pelas sugestões oportunas e a dois revisores anônimos da RBG pela análise crítica do original.

Referências

- Condie K.C. 1990. Geochemical characteristics of Pre-cambrian basaltic greenstones. In: R.P. Hall e D.J. Hugues (ed.) *Early Precambrian Basic Magmatism*. Blackie, Glasgow, pg. 40-55
- De Wit M. & Ashwall L.D. 1997. *Greenstone Belts*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 35, 809 p.
- De Wit M.J., Hart R. A., Hart R.J. 1987. The Jamestown ophiolite complex, Barberton Mountain land: a composite section through 3.5 Ga oceanic crust. *Journ. African EarthSci.*, 6:681-730
- Folinsbee R.E., Baadsgaard H., Cumming G.L., Green D.C. 1968. A very ancient island arc: the crust and upper mantle of the Pacific area. *Am. Geoph. Union, Geoph. Mon.*, 12:441-448
- Henderson J.B. 1981. Archaean basin evolution in the Slave Province, Canada. In: A. Kröner (ed.) *Plate tectonics in the Precambrian*. Elsevier, Amsterdam, pg. 213-235
- Hunter D.R. & Stowe C.W. 1997. A historical review of the origin, composition, and setting of Archaean Greenstone Belts (pré-1980). In: De Wit M & Ashwal L.D. (eds.) *Greenstone Belts*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 35, pg. 5-29
- Jost H. & Oliveira, A.M. 1991. Stratigraphy of the greenstone belts, Crixás region, Goiás, central Brazil. *Jour. South Am. Earth Science*, 4:201-214.
- Langford F.F. & Morin J.A. 1976. The development of the Superior Province of northwestern Ontario by merging island arcs. *Am. Jour. Sci.*, 276:1023-1034
- Miyashiro A. 1973. The Troodos ophiolitic complex was probably formed in an island arc. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 19:218-224
- 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
- Tarney J., Dalziel I.W.D., De Wit M.J. 1976. Marginal basin "Rocas Verdes" complex from S. Chile: a model for Archaean greenstone belt formation. In: B.F. Windley (ed.) *Early History of Earth*. Wiley, London, pg. 131-146
- Wilson M. 1989. *Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach*. Unwin Hyman, London, 466 pg.

Manuscrito NB-21

Recebido em 25 de julho de 1999

Revisão dos autores em 20 de agosto de 1999

Aprovado para publicação em 25 de agosto de 1999