

DERRAMES KOMATIÍTICOS DO *GREENSTONE BELT* A SUL DA SERRA SUL, PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS, PARÁ, BRASIL.

Justo, A.P.¹⁻²; Freitas-Silva, F.H.²; Schorscher J.H.D.³; Nascimento, J.A.S. do⁴; Dantas, E.L.²

¹CPRM/SGB; ²UnB; ³USP; ⁴Vale S.A - ana.justo@cprm.gov.br

INTRODUÇÃO

A Província Mineral de Carajás, situada no sudeste do Cráton Amazônico, é uma das mais importantes províncias minerais (Fe, Mn, Au, Cu-Au, Ni) do planeta. Mesmo assim, algumas de suas feições geológicas fundamentais ainda estão pendentes de melhor conhecimento geológico básico. Esse trabalho, ao caracterizar derrames peridotíticos komatiíticos em discordância com unidades litológicas do *Rift* Carajás (Gibbs *et al.* 1986; Teixeira *et al.* 2009), evidencia que o referido compartimento geotectônico assenta-se diretamente nos terrenos tonalito-trondhjemitó-granodiorito - *greenstone belt* (TTG-GB) do Domínio Rio Maria.

O *Rift* Carajás é constituído pela unidade metavulcanossedimentar do Supergrupo Itacaiúnas (2,76 – 2,74 Ga). Este inclui as importantes formações ferríferas bandadas (bifs da Formação Carajás) e as rochas encaixantes dos principais depósitos de Cu-Au tipo IOCG, *eg.* Salobo, Bahia/Alemão, Cristalino, Paulo Afonso e Furnas. A natureza do contato sul do *Rift* Carajás com os terrenos TTG-GB (Domínio Rio Maria), não é consensual. Diversos autores (Dall'Agnol *et al.*, 2013 e referências) consideram a existência de uma unidade transicional. Derrames ultramáficos komatiíticos subjacentes às bifs da Serra Sul e rochas metavulcânicas associadas (Grupo Grão Pará, base do Supergrupo Itacaiúnas) coloca em dúvida a existência dos terrenos ditos transicionais.

Dessa maneira, a estruturação do *Rift* Carajás ocorreu em um núcleo cratônico, meso-neoarqueno, similar àqueles encontrados em outras áreas arqueanas mundiais, como Kaapvaal (República da África do Sul), Superior (Canadá), Yilgarn (Austrália) e Dharwar (Índia).

METODOLOGIA

Os trabalhos de mapeamento geológico na escala 1:100.000, executados pela CPRM (Justo e Lopes, 2014 e Tavares, 2014) identificaram na Serra Sul, bifs e rochas metavulcânicas do Supergrupo Itacaiúnas assentadas, por discordância, diretamente sobre o terreno TTG-GB do Domínio Rio Maria. O *greenstone belt* (Supergrupo Andorinhas) possui estruturação regional WNW-ESE a ENE-WSW e mergulhos subverticalizados. As rochas do Supergrupo Itacaiúnas apresentam direção NW-SE a E-W e mergulhos baixos a médios para norte. Nesta região, os *greenstone belts*, incluem rochas metassedimentares, metavulcânicas ácidas de 2,97 Ga (Moreto, 2013), metavulcânicas básicas (localmente com *pillow-lavas*) e ultrabásicas, como clorita magnetita xistos, talco xistos, anfibólio-clorita xistos e anfibólio-clorita-talco xistos, por vezes com textura *spinifex*, definindo metakomatiitos.

Amostras de rochas coletadas em afloramentos e em testemunhos de furos de sondagens foram submetidas a análises petrográficas, geoquímicas, para elementos maiores e menores (ETRs+Y, HFSE e LILE), e isotópicas (aqui não abordadas).

RESULTADOS

Metakomatiitos (MgO ~ 22-29%) com textura *spinifex* foram mapeados a sul da Serra Sul, 15 km a SE do Projeto S11D. Previamente, geólogos da Vale identificaram metakomatiitos com textura *spinifex* (Alvo Selva), 15 km a NE da Mina do Sossego. As duas ocorrências de lavas komatiíticas supracitadas distam uma da outra, aproximadamente 35 km, segundo a direção ENE (Figura 1).

Nos afloramentos, os metakomatiitos aqui caracterizados estão deformados e foliados, contudo clorita-talco xistos preservam localmente textura *spinifex*. A mesma é reconhecida pela disposição de pseudomorfos de cristais alongados aciculares de olivina dispostos em matriz afanítica. Os pseudomorfos formam finas lâminas de espessuras submilimétricas, com comprimentos de até dezenas de centímetros dispostas em ângulos característicos (Figura 2).

Ao microscópio, predominam clorita magnesianas e talco substituindo antigas placas de olivina e piroxênio, com comprimentos superiores a 3 cm, larguras inferiores a 1 mm e comumente limitadas por cristais submilimétricos de cromita. Nos interstícios das placas de clorita e talco ocorrem cristais fibrosos de anfibólio incolor (cummingtonita), Figura 3.

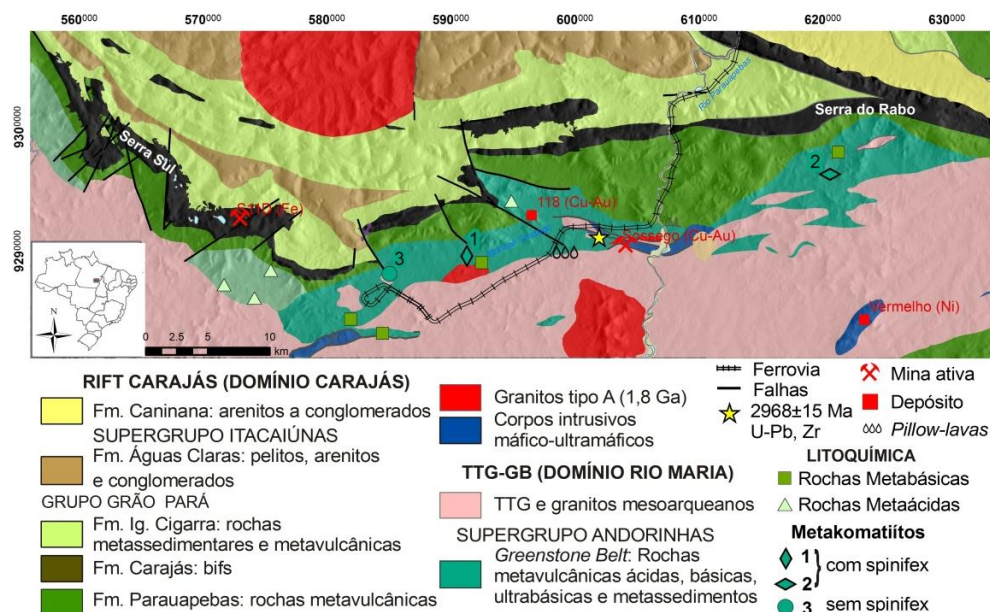


Fig.1: Mapa geológico do limite entre o *Rift* Carajás e terreno TTG-GB mesoarqueano (Rio Maria), modificado de Justo e Lopes, 2014 e Tavares, 2014.

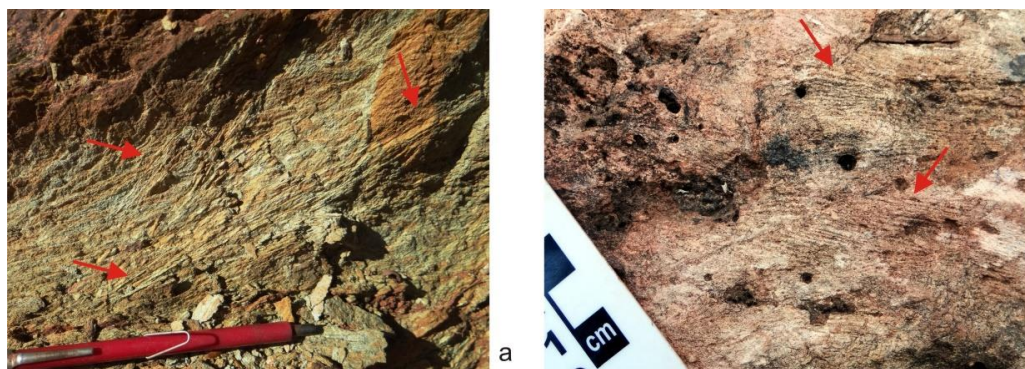


Fig.2: Textura *spinifex* em metakomatiitos: a) magnetita-anfibólio-clorita-talco xisto -1; b) clorita-talco xisto -2.

Em associação litológica aos metakomatiitos, ocorrem rochas metassedimentares e metavulcânicas ácidas, básicas e ultramáficas ($MgO < 18\%$), pertencentes à faixa *greenstone belt* que se estende desde sul da Serra Sul, a oeste, até sul da Serra do Rabo, a leste (Figura 1). Afinidade magmática de vinte e duas amostras de rochas metavulcânicas do *greenstone belt* é ilustrada nos diagramas de Jensen (1976) e AFM de Irvine e Baragar (1971), onde incidem no campo das rochas metabásicas e metaultramáficas toleíticas, rochas metaácidas cálcio-alcalinas e rochas metaultramáficas komatiíticas (Tabela 1 e Figura 4).

Os padrões de ETRs dos metakomatiitos diferem daqueles comumente observados em dados da literatura, embora se assemelhem aos encontrados por Sousa (2014) nos metakomatiitos do Greenstone Belt Sapucaia. As modificações no padrão dos ETRs foram aqui interpretadas como resultantes da alteração hidrotermal (Tabela 2 e Figura 5a).

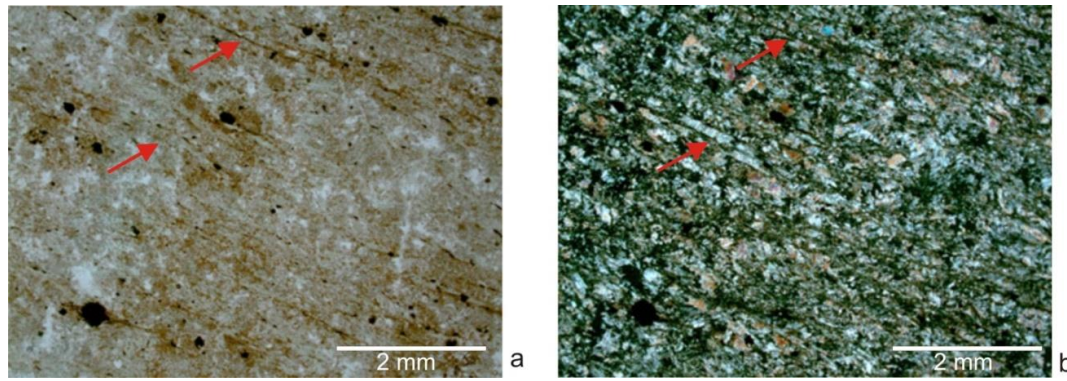


Fig.3: Fotomicrografia de metakomatiito (1 nas Tabelas 1 e 2) com textura spinifex, destaque para as placas de clorita e talco pseudomorfos sobre olivinas e piroxênios: a) nicóis descruzados, b) nicóis cruzados.

Tabela 1: Composição dos elementos maiores em metakomatiitos (wt %)

Amostras	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	LOI
1	45.33	0.40	7.52	11.10	0.14	22.34	3.33	0.04	0.05	0.02	0.41	6.30
2	46.72	0.39	7.50	14.58	0.03	24.48	0.11	<0.01	0.01	0.02	0.45	7.06
3	28.24	1.33	19.39	10.42	0.05	29.30	0.02	<0.01	<0.01	0.06	0.24	11.56

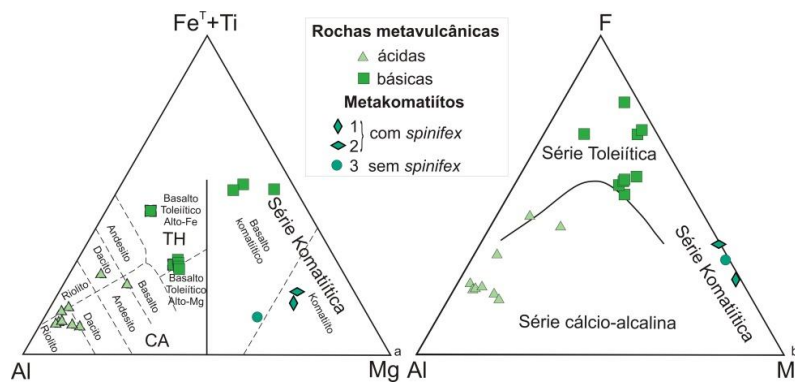


Fig.4: Classificação e afinidade magmática das rochas metavulcânicas do Greenstone Belt do Sul da Bacia Carajás: a) Jensen (1976), b) AFM, Irvine e Baragar (1971).

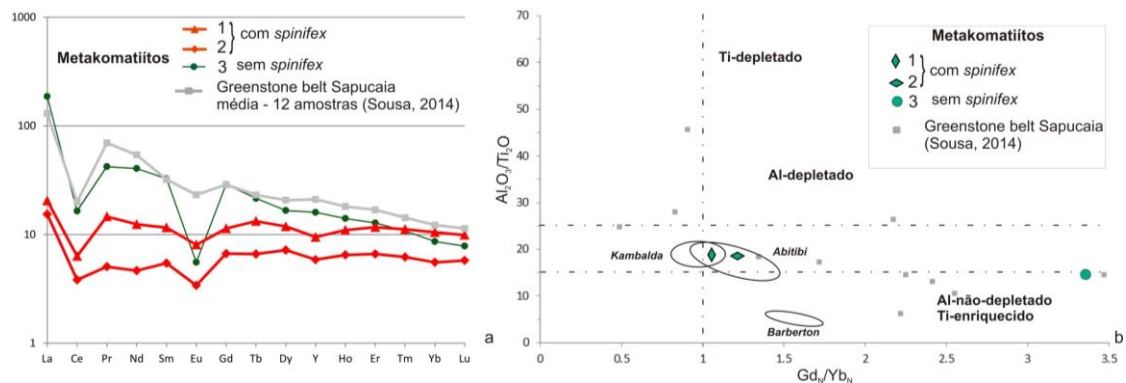


Fig.5: a) Diagrama dos padrões ETR+Y, normalizados pelo condrito (Anders e Grevesse, 1989); b) Diagrama bivalente para rochas metakomatiitos Al_2O_3/TiO_2 vs. $(Gd/Yb)_{CN}$. (modificado de Angerer *et al.*, 2013).

Tabela 2: Composição dos elementos terras raras em metakomatiitos (ppm)

Amostras	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
1	4.8	3.8	1.3	5.6	1.7	0.5	2.2	0.5	2.9	14.7	0.6	1.9	0.3	1.7	0.2
2	3.6	2.3	0.5	2.1	0.8	0.2	1.3	0.2	1.7	9.1	0.4	1.1	0.2	0.9	0.1
3	43.7	9.9	3.8	18.3	4.8	0.3	5.7	0.8	4.0	25.0	0.8	2.0	0.3	1.4	0.2

Diferentes tipos de komatiitos costumam ser distinguidos segundo a razão Al_2O_3/TiO_2 (eg. Nesbitt *et. al.*, 1979). Os metakomatiitos estudados são Al-não-depletados, com moderadas razões Al_2O_3/TiO_2 (18-19) e $(Gd/Yb)_{CN}$ (1.1-1.2), Fig. 5b.

DISCUSSÃO / CONCLUSÕES

Textura *spinifex* em metakomatiitos é o melhor parâmetro para a caracterização de derrames peridotíticos. Os mesmos decorrem de condições termais e químicas restritas ao arqueano (Arndt, 1994). Os metakomatiitos aqui caracterizados apresentam razão $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 > 15$ que são comuns aos *greenstone belts* de ~2.7 Ga, Al-não-depletados tipo-Munro (Abitibi), enquanto a razão $(\text{Gd}/\text{Yb})_N > 1$ remete aos *greenstone belts* de ~3.5 Ga, Al-depletados tipo-Barberton. Neste estudo, o diagrama bivalente $(\text{Gd}/\text{Yb})_{\text{CN}}$ vs. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ registra similaridade com a transição da suíte ultrabásica Al-depletada à Al-não-depletada, característica dos ambientes *greenstone* de idade intermediária (eg. Terreno Youanmi ~3.0 Ga, Yilgarn / Angerer *et al.*, 2013, Jayananda, 2013).

Os metakomatiitos aqui descritos estão dispostos ao longo de um *trend* regional ENE-WSW de derrames metaperidotíticos que se estendem desde a Serra Sul até a Serra do Rabo e constituem a base de um *greentone belt*. Neste, é generalizada a ocorrência de rochas metavulcânicas ácidas, a exemplo da rocha encaixante do Corpo Pista, a oeste da Mina do Sossego (~2,97Ga - Moreto, 2013). Portanto, os terrenos tipo *greenstone belt* do Domínio Rio Maria se estendem mais a norte do que se pensava previamente. É aqui indicado que o contato sul do *Rift* Carajás se faz com os típicos terrenos TTG-GB mesoarqueanos do Domínio Rio Maria. A norte o *rift* assenta-se em terrenos granito gnáissicos transamazônicos com TTG mesoarqueanos subordinados. Assim, o *Rift* Carajás, situa-se entre dois blocos crustais de natureza e idades distintas com implicações geotectônicas ainda não bem entendidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anders E., Grevesse N., 1989. Abundances of the elements: meteoritic and solar. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 197-214.
- Angerer T., Kerrich R., Hagemann S.G., 2013. Geochemistry of a komatiitic, boninitic and tholeiitic basalt association in the Mesoarchean Koolyanobbing greenstone belt, Southern Cross Domain, Yilgarn craton: Implications for mantle sources and geodynamic setting of banded iron formation. *Precamb. Res.*, 224, 110-128.
- Arndt, N. T., 1994. Archean komatiites. In: Condie, K. C. (ed.). *Archean Crustal Evolution*, Amsterdam, Elsevier, p. 11-44.
- Dall'Agnol R., Oliveira D.C., Guimarães F.V., Gabriel E.O., Feio G.R.L., Lamarão C.N., Althoff F.J., Santos P.A., Teixeira M.F.B., Silva A.C., Rodrigues D.S., Santos M.J.P., Silva C.R.P., Santos R.D., Santos P.J.L. 2013. Geologia do Subdomínio de Transição do Domínio Carajás – implicações para a evolução arqueana da Província Carajás – Pará. *Anais do 13º Simpósio de Geologia da Amazônia*, Belém, 1082-1085pp.
- Gibbs, A.K., Wirth, K.R., Hirata, W.K., Olszewski Jr., W.J. 1986. Age and composition of the Grão-Pará Group volcanics, Serra dos Carajás. *Revista Brasileira de Geociências*, 16: 201-211.
- Irvine T.N. e Baragar W.R.A., 1971. A Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks; *Canadian Journal of Earth Science*, 8, 523-548.
- Jayananda T.M., 2013. Geochemical constraints on komatiite volcanism from Sargur Goup Nagamangala greenstone belt, western Dharwar craton, southern India: Implications for Mesoarchean mantle evolution and continental growth. *Geoscience Frontiers*, 4, 321-340.
- Jensen L.S. 1976. A new cationplot for classifying subalkalic volcanic rocks. *Ont. Div. Mines Misc Pap.* 66, 22.
- Justo A.P., Lopes E.S., 2014. Programa Geologia do Brasil-PGB. Serra dos Carajás. Folha SB.22-Z-A-II. Estado do Pará. Carta Geológica. Belém: CPRM, 2014, 1 mapa colorido. Escala 1:100.000.
- Moreto C.P.N., 2013. Geocronologia U-Pb e Re-Os aplicada à evolução metalogenética do Cinturão Sul do Cobre da Província Mineral de Carajás. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, 2013.
- Nesbitt R.W., Sun S., Purvis A.C., 1979. Komatiites: Geochemistry and genesis. *Canad. Mineral.*, 17, 165-186.
- Tavares F.M., 2014. Programa Geologia do Brasil-PGB. Rio Verde. Folha SB.22-Z-A-III. Estado do Pará. Carta Geológica. Belém: CPRM, 2014, 1 mapa colorido. Escala 1:100.000.
- Sousa S.D. 2014. O Greenstone belt Sapucaia, município de Água Azul do Norte, Província Carajás: caracterização petrográfica e geoquímica e implicações metalogenéticas. Dissertação de Mestrado, IGc/USP, 185p.
- Teixeira N.A., Freitas-Silva F.H., Corrêa C.R.A., Rosa W.D., Oliveira J.K.M. de, Rosendo O.S.C., Pinheiro Jr. V. 2009. Evolução geológica e mineralizações primárias da Província Mineral de Carajás. III Simpósio Brasileiro de Metalogenia, Gramado, RS.