



Os leucogranitóides peraluminosos colisionais no domínio Paru-Ipitinga (SE do Escudo das Guianas)

M.T.L. Faraco¹, I. McReath² & P.A.C. Marinho¹

1 CPRM Belém, Av. Dr. Freitas 3645,66095-110, Belém-Pará; telma@be.cprm.gov.br

2 USP, Instituto de Geociências, Rua do Lago, 562, 05508-080, São Paulo - São Paulo; ianmcr@usp.br

Abstract The granitoids occur as elongated bodies at *Serra do Ipitinga*, on the border between the *Paru-Ipitinga* and *Central - SW do Amapá* tectono-geochronological domains (NNW of *Pará* state). They have conformable relationship with the metavolcanosedimentary country rocks (2.27 Ga - *Ipitinga* Group) and the structural regional NW-SE trend, limited by strike-slip and thrust sinistral shear zones. The rocks are leucosyenogranites and leucomonzogranites, calc-alkaline, anisotropic, with inequigranular allotriomorphic or porphyritic textures, as part of the *Granitóides Indiferenciados* unit and *Igarapé Careta* suite (2.06 Ga). All the rocks are peraluminous. Most of them highly peraluminous, such as the continental collision granitoids. Four other samples plot in the continental arc granitoids field. The oxide ratios are equivalent those from the continental collision granitoids. In the Rb x SiO₂ diagram, almost all the rocks (eleven) plot in the syn-collision granites field, and only two in the volcanic-arc granite fields. On the RbxY+Nb, YxNb, YxSiO₂ and Nb x SiO₂ diagrams, they plot in syn-collision, volcanic arc and within plate granites fields. That the compositions of collision setting intrusives fall in the fields of volcanic-arc and within-plate intrusions is common, since plate collision is a dynamic event which initially involves subduction of oceanic lithosphere followed by continental orogeny and crustal thickening and ending with stabilization of their compositions with those of other tectonic environments. The chemical similarities of the studied granites with those of the S-type, the low ϵNd_T value (-3.25), and high SiO₂ contents (65.3 – 83.5%) are features of collision-related intrusions. The presence of collisional granites in the *Serra do Ipitinga* contributes to the identification of the *Paru-Ipitinga* domain as a subduction controlled orogen at a convergent plate margin.

Keywords: collision granitoids, peraluminous, discrimination diagrams.

INTRODUÇÃO O domínio tectono-geocronológico Paru-Ipitinga (NNW do Pará) representa um terreno granito-*greenstone* paleoproterozóico (2,27 – 2,05 Ga) com um núcleo granulítico neoarqueano (2,58 Ga). O seu contato com o domínio Central - SW do Amapá, através da serra do Ipitinga (Faraco *et al.* 2006), é constituído por unidades metavulcanossedimentares e granitóides intercalados (Fig. 1).

A maneira de ocorrência e as características petrológicas dos granitóides na região de contato entre os dois domínios, bem como os elementos maiores e traços de treze amostras analisadas, são objetos do presente estudo e utilizados como discriminantes de seu ambiente tectônico.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL Os granitóides ocorrem como maciços alongados pertencentes à Suíte Intrusiva Igarapé Careta e à unidade *Granitóides Indiferenciados*, intercalados às unidades metavulcanossedimentares do Grupo Ipitinga (Ricci *et al.* 2001), extraído do Grupo Vila Nova (Lima *et al.* 1974). Aquele grupo contém rochas metaígneas, principalmente metavulcânicas máficas e ultramáficas (tholeiitos oceânicos), sobrepostas por BIFs tipo óxido e tipo silicato, além de metassedimentos clásticos continentais, depositados

em uma bacia de retroarco (Faraco 1990, Faraco 1997). A idade do vulcanismo máfico é 2,27 Ga (McReath & Faraco 2006). Nas zonas de contato entre os granitóides e as unidades metavulcanossedimentares, é comum o desenvolvimento de anfíbolitos bandados, formados pela alternância de bandas milimétricas claras de injeções graníticas, com bandas escuras de metamáficas, paralelas à foliação regional.

A idade ²⁰⁶Pb/²⁰⁷Pb por evaporação em zircão em leucomonzogranitos da Suíte Igarapé Careta é 2065 ± 35 Ma, com zircão herdado de 2655 ± 4 Ma, e idade modelo T_{DM} de 3,08 Ga e ϵNd_T -3,25 (Faraco *et al.* 2006).

Todo esse pacote forma a Serra do Ipitinga, uma cordilheira de aproximadamente 150 km de extensão, marcadamente estruturada segundo o *trend* NW-SE, com mergulhos subverticais geralmente para NE e balizada por zonas de cisalhamento transcorrentes – compressionais sinistrais (Fig. 1).

A medida que se afasta da zona de contato entre os dois domínios, para SW, as rochas graníticas afloram como grandes batólitos e *stocks* misturados às unidades metavulcanossedimentares (Fig. 1).

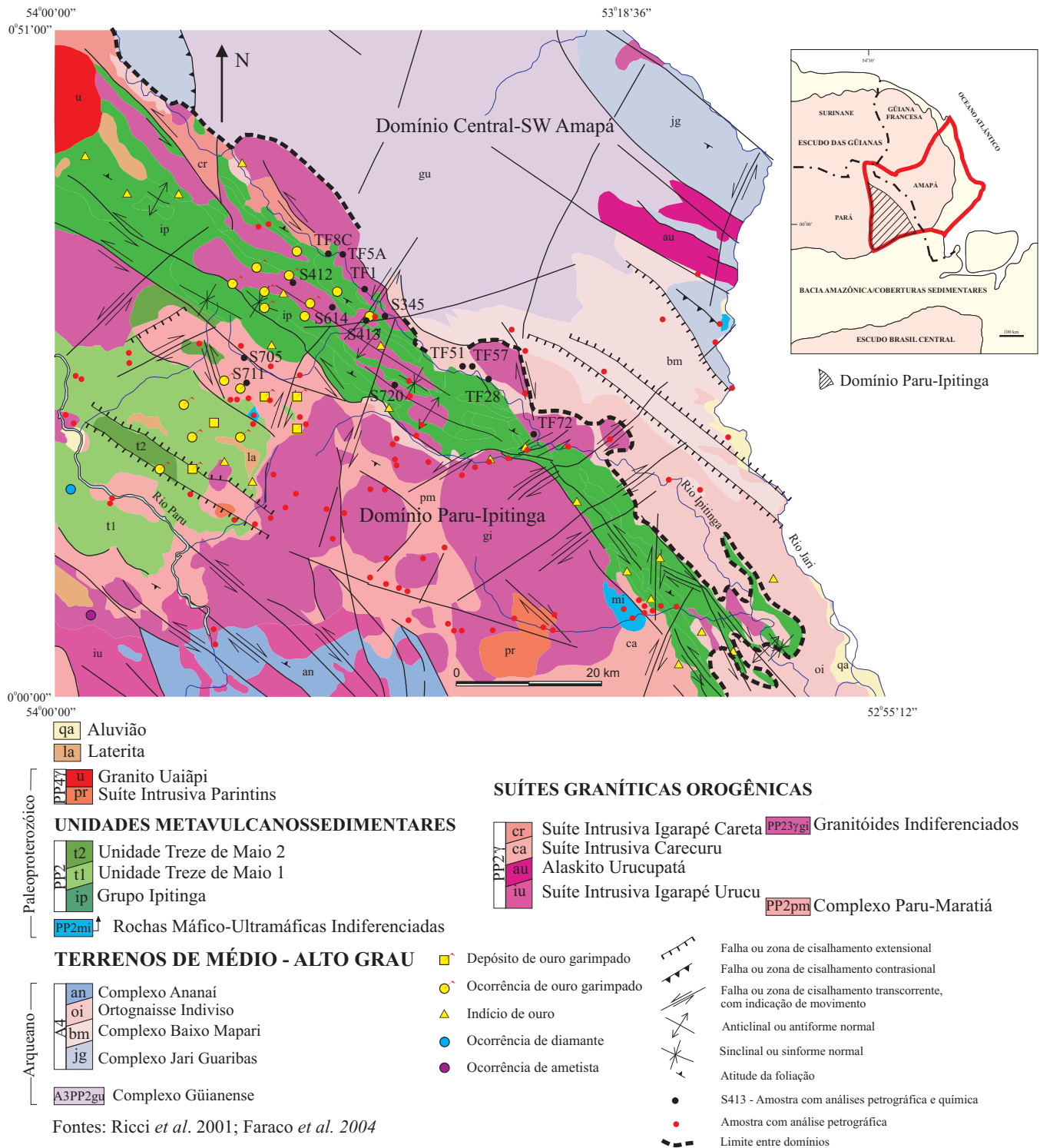


Figura 1 - Mapa geológico do domínio Paru - Ipitinga

CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS Os granitóides são leucosienogranitos e leucomonzogranitos (Le Maitre 1989), geralmente anisotrópicos, de textura inequigranular (às vezes porfirítica) alotriomórfica média, essencialmente constituídos por microclínio, quartzo e plagioclásio (Figs. 2a, b). Biotita, muscovita, granada e cordierita são os minerais varietais mais frequentes (Figs. 2b, 3a). Apatita, zircão, allanita, titanita, turmalina, e opacos ocorrem como principais acessórios.

Algumas rochas contêm calcita resultante de ações hidrotermais (Fig. 3b).

Esses granitóides exibem diversos graus de deformação que originam desde porfiroclastos de microclínio, plaioclásio e quartzo dispersos em matriz quartzo-feldspática recristalizada, com lamelas de biotita/clorita (Fig. 4a), até ultramilonitos com pórfiros lenticulares e fraturados de microclínio e plagioclásio, envolvidos por matriz quartzo-feldspática fina, intensamente foliada (Fig. 4b).

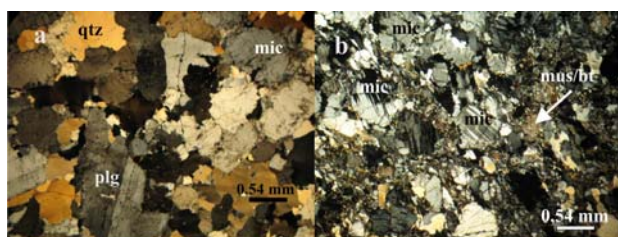


Figura 2 - (a) microclínio (mic), plagioclásio (plg) e quartzo (qtz) formando textura inequigranular em leucomonzogranito (LP); (b) cristais xenomórficos de microclínio (mic) dispersos em matriz quartzo-feldspática com biotita (bt) e muscovita (mus) em leucosienogranito com textura inequigranular (LP)

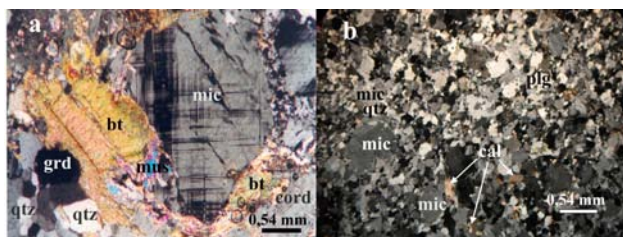


Figura 3 - (a) fenocrystal de microclínio (mic) envolvido por biotita (bt) intercrescida à muscovita (mus), associados a quartzo (qtz), granada (grd), cordierita (cord) em biotita-granada leucosienogranito (LP); (b) microclínio (mic) anédrico e grãos menores de quartzo (qtz), plagioclásio (plg), calcita (cal) em leucosienogranito de textura inequigranular (LP).

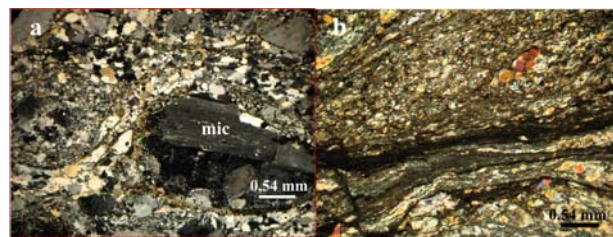


Figura 4 - (a) fenocrystal subidiomórfico de microclínio (mic) envolvido por matriz quartzo-feldspática e lamelas de biotita e muscovita em leucosienogranito (LP); (b) textura ultramilonítica com raros porfiroclastos de plagioclásio, microclínio e quartzo, envoltos em matriz foliada (LP)

Os batólitos e *stocks* também integram os Granitóides Indiferenciados, o Complexo Paru-Maratiá e as Suítes Intrusivas Igarapé Urucu e Carecuru (Fig. 1). Eles contêm predominantemente biotita granodioritos e biotita tonalitos, com sieno e monzogranitos subordinados.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Os diagramas $\text{FeO(t)} \times \text{MgO}$ e $[\text{FeO(t)} + \text{MgO}] \times \text{CaO}$, excelentes discriminantes entre granitóides orogênicos e anorogênicos (Maniar & Piccoli 1989), indicam que todos os granitos aqui estudados são orogênicos, e caem em campos que incluem indistintamente os granitóides de arco de ilha, de arco continental e de colisão continental (Figs. 5 e 6).

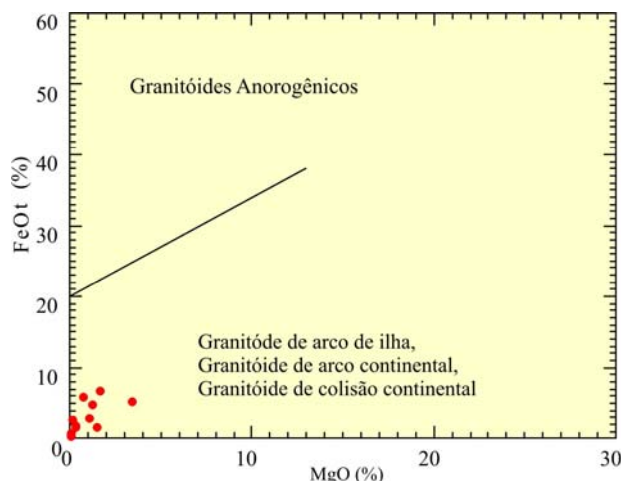


Figura 5 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitanga, no diagrama $\text{FeOt} \times \text{MgO}$ (Maniar & Piccoli, 1989)

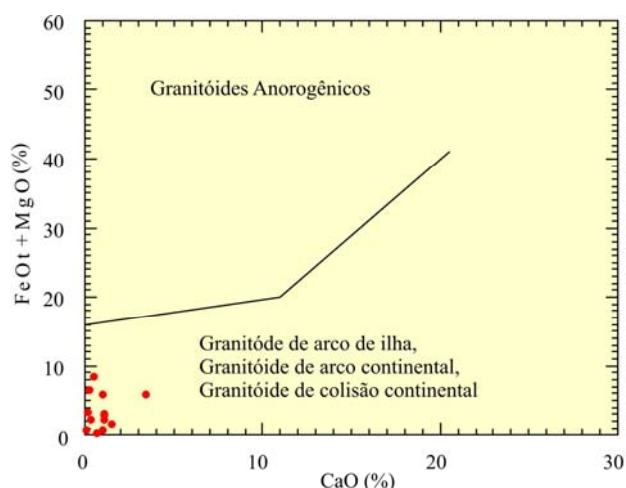


Figura 6 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitinga no diagrama $FeOt + MgO \times CaO$ (Maniar & Piccoli, 1989)

A discriminação entre eles, feita com base no índice de Shand $Al_2O_3/[CaO+Na_2O+K_2O]$, mostra que todos são peraluminosos, a grande maioria (nove) altamente peraluminosa, típicos de colisão continental. Os demais (quatro) são de arco continental (Fig. 7).

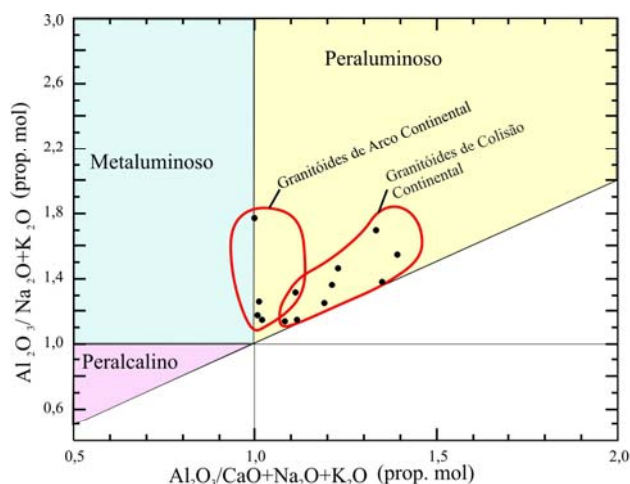


Figura 7 - Índice de Shand A / CNK (Maniar & Piccoli, 1989)

As razões Na_2O/CaO , Na_2O/K_2O , MgO/FeO_T , MgO/MnO , Al_2O_3/Na_2O+K_2O , com raras exceções em vermelho (Tabela 1), os teores de SiO_2 e o caráter peraluminoso dos granitóides da Serra do Ipitinga, são condizentes aos granitóides de colisão continental (Maniar & Piccoli 1989).

Amostra	SiO_2 (%)	Na_2O/CaO	Na_2O/K_2O	MgO/FeO_T	MgO/MnO	Al_2O_3/Na_2O+K_2O
S614	70,0	10,32	0,51	0,36	22	1,49
S705	71,8	18,8	0,63	0,36	22	1,71
S720	68,8	5,0	3,42	0,62	68	2,68
S711	71,8	20	0,57	0,96	30	1,61
S345	74,3	5,57	0,81	0,19	8,25	1,52
S412	72,4	4,29	0,49	0,06	4,25	1,45
S413	83,5	29,29	68,3	0,14	2,66	2,26
TF1A	75,3	2,08	1,09	0,25	10	2,33
TF5A	73,3	3,71	0,58	0,12	11,67	1,61
TF8C	77,4	5,76	1,12	0,26	1,0	1,88
TF28A	65,3	6,0	1,35	0,13	5,6	1,61
TF72A	69,5	4,2	0,48	0,25	18,86	1,95
TF51A	75,4	3,0	0,67	0,07	1,0	1,91

Tabela 1 - Teores de SiO_2 e razões de óxidos maiores nos granitóides da Serra do Ipitinga

No diagrama de variação $Rb \times SiO_2$, em que o Rb forma um discriminante quase perfeito entre granitóides sin-colisionais e de arco vulcânico (Pearce *et al.* 1984), onze rochas caem no campo dos granitóides *sin*-colisionais e apenas duas possuem teores mais baixos de Rb (Fig. 8), equivalentes àqueles de arco vulcânico.

Todavia, nos diagramas discriminantes $Rb \times [Y+Nb]$ e $Y \times Nb$ os pontos distribuem-se pelos campos concernentes aos dos granitóides *sin*-colisionais, de arco vulcânico e intraplaca (Figs. 9 e 10). O mesmo ocorre nas relações $Y \times SiO_2$ e $Nb \times SiO_2$ (Fig. 11 e 12).

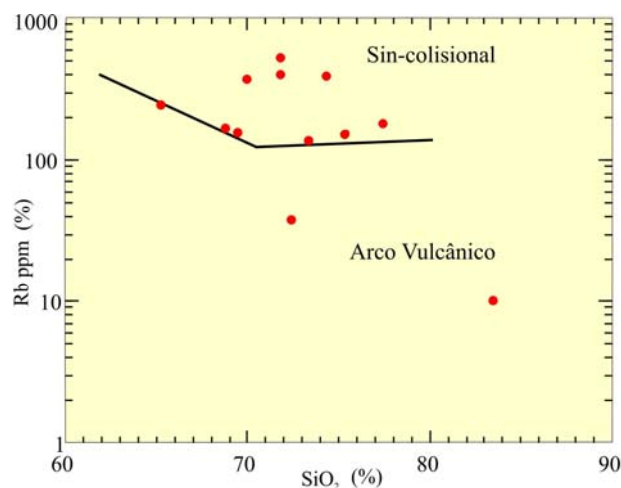


Figura 8 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitinga no diagrama $Rb \times SiO_2$ (Pearce *et al.*, 1984)

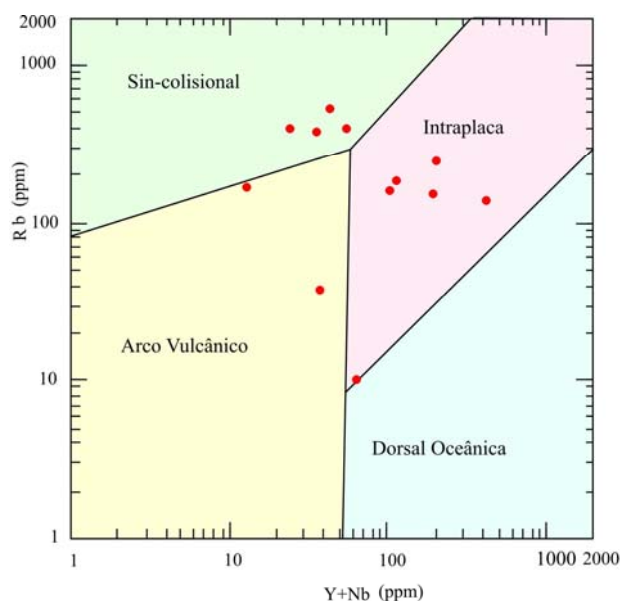


Figura 9 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitanga no diagrama de modelamento petrogenético Rb x Y+Nb (Pearce et al., 1984)

A sobreposição dos campos de granitos intrusivos em ambientes colisionais, com os de granitos intraplaca e de arco vulcânico, é registrada na literatura (Harris *et al.* 1986), e explicada por ser a colisão um evento dinâmico, que envolve inicialmente a subducção da litosfera oceânica, um posterior período de orogenia continental e espessamento crustal, até um período de estabilidade da litosfera continental, ocorrendo portanto a participação de uma série de regiões fontes para os magmas e sobreposição com outros ambientes tectônicos.

A distribuição indiscriminada das rochas da Serra do Ipitanga nos citados diagramas, é mais uma feição compatível aos granitóides colisionais.

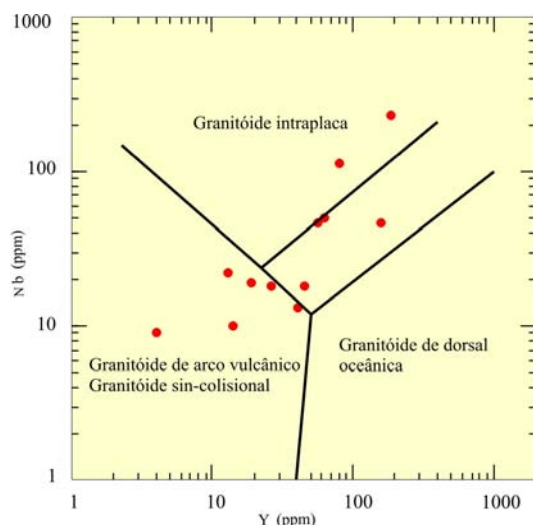


Figura 10 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitanga no diagrama Nb x Y (Pearce et al., 1984)

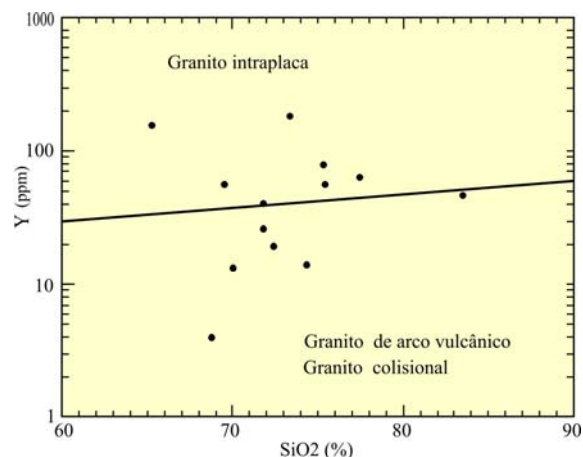


Figura 11 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitanga no diagrama Y x SiO₂ (Pearce et al., 1984)

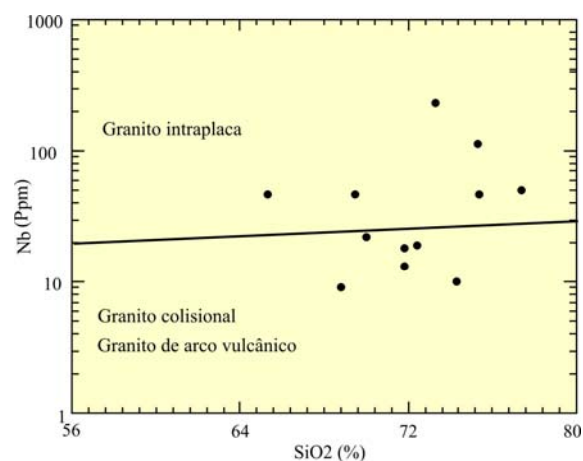


Figura 12 - Distribuição dos granitóides da Serra do Ipitanga no diagrama Nb x SiO₂ (Pearce et al., 1984)

A similaridade química entre as rochas estudadas e os granitóides tipo S (Chappell & White 1992), os altos teores de sílica (Tabela 1), o baixo valor de ϵNd_T ($-3,25$) e a presença de zircão herdado (2,65 Ga) na Suíte Igarapé Careta (2,06 Ga), também são pertinentes às intrusões colisionais. Cujos magmas têm composições isotópicas distintas, com baixos valores das razões iniciais $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (ϵNd_T) e altos teores de sílica, concernentes à fusão de crosta siálica pré - existente (Harris *et al.* 1986).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES As feições estruturais, petrológicas e químicas das rochas aqui estudadas, são condizentes às de granitóides intrusivos em ambientes colisionais

1. ocorrem como maciços alongados, intercalados e concordantes às unidades metavulcanossedimentares do Grupo Ipitanga, na serra homônima, de trend NW-SE, coincidente com uma zona de altos gravimétricos e descontinuidade magnética-gravimétrica (Hasui *et al.* 1984);



2. o referido grupo foi depositado em uma bacia oceânica de retroarco (Faraco 1990, Faraco 1997) e a Serra do Ipitinga representa o registro do fechamento dessa bacia, decorrente de subducção e colisão de dois blocos continentais, os domínios Paru - Ipitinga e Central - SW do Amapá (Faraco *et al.* 2006);

3. são leucosienitos e leucomonzonitos à biotita e/ou muscovita, granada, cordierita e turmalina, como os granitóides colisionais (Pearce *et al.* 1984; Maniar & Piccoli 1989; Harris *et al.* 1986);

4. são peraluminosos. A maioria altamente peraluminosa, com as razões $Al_2O_3 / [CaO + Na_2O + K_2O]$ bem maiores que 1,15, típicas de granitóides de colisão continental (Maniar & Piccoli, 1989);

5. possuem razões Na_2O/CaO , Na_2O/K_2O , MgO/FeO_T , MgO/MnO e $Al_2O_3/Na_2O + K_2O$ condizentes aos granitóides colisionais;

6. os teores de Rb são compatíveis aos dos granitóides *sin*-colisionais, com exceção de duas amostras, onde esse elemento ocorre em quantidades equivalentes aos granitos de arco vulcânico (Pearce *et al.* 1984);

7. sobrepõem-se aos campos de granitóides intraplaca e de arco vulcânico nos diagramas Rb x [Y+Nb], Y x Nb, Y x SiO_2 e Nb x SiO_2 . Fato comum aos granitos intrusivos em ambientes colisionais, onde há a participação de várias regiões fontes para os magmas e sobreposição com outros ambientes tectônicos (Harris *et al.* 1992), e

8. são similares aos granitos tipo S (Chappel & White 1992), e possuem baixa razão $^{143}Nd/^{144}Nd$ isotópica.

Agradecimentos Ao Prof. Marcondes Lima da Costa, pelo empréstimo do microscópio petrográfico e do equipamento de fotomicrografia. Ao colega Hilton Costi, pelo auxílio na elaboração dos diagramas.

Referências

- CHAPPELL B.W. & WHITE A.J.R. 1992. I- and S-type granites of the Lachan Fold Belt. Transactions of the Royal Society of Edinburgh. *Earth Sci.*, **83**: 1-26.
- FARACO M.T.L. 1990. Evolução Petroológico-Geoquímica das Rochas da Suíte Metamórfica Vila Nova na Serra do Ipitinga (NW do Pará). Belém. Tese de Mestrado UFPA. 346p.
- FARACO M.T.L. 1997. *Evolução petroquímica e metalogenética das rochas e mineralizações associadas à Suíte Vila Nova na Serra do Ipitinga (NW do Pará)*. Tese de Doutorado. Belém, UFPA, 196 p.
- FARACO M.T.L., MARINHO P.A.C., COSTA E.J.S., VALE A.G. 2004. Folha NA.22 – Macapá. In: SCHOBENHAUS C. *et al.* (eds). *Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo*, Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, Brasília.
- FARACO M.T.L., MARINHO P.A.C., COSTA VALE A.G., MOURA C.A.V., MACAMBIRA M.J.B., PIMENTEL M.M. 2006. Novos dados geocronológicos no Amapá – NNW do Pará e sua contribuição no entendimento geodinâmico da porção SE do Escudo das Guianas In: SBG, Simp. Geol. da Amazônia, 9, Belém, Núcleo Norte, *Anais*, CD-ROM.
- HASUI Y., HARALY N.L. & SCHOBENHAUS C. 1984. Elementos geofísicos e geológicos da Região Amazônica: Subsídios para o modelo geotectônico. In: Symposium Amazônico, 2, Manaus, 1984. *Anais...* Manaus, SBG, v.1, p. 129-148.
- HARRIS N.B.W., PEARCE J.A., TINDLE A.G. 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism. In: SHACKLETON R.M., RIES A.C., COWARD M.P. (eds). *Collision Tectonics*. Geol. Soc. Lond. Spec. Publ., 19, 67-81.
- LE MAITRE R.W. 1989. *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. 1º ed. Oxford. Blackwell. 193p.
- LIMA M.I.C., MONTALVÃO R.M.G., ISSLER R.S., OLIVEIRA A.S., BASEI M.A.S., ARAÚJO J.F.V., SILVA G.G. 1974. *Geologia*. In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB.22 Macapá. Rio de Janeiro, 1974. (Levantamento de Recursos Naturais, 6).
- MANIAR P.D. & PICCOLI P.M. 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **101**: 635-643.
- MCREATH I. & FARACO M.T.L. 2006. *Paleoproterozoic greenstone-granite belts in Northern Brazil and the former Guyana Shield - West African Craton Province*. In: Gel. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 5, n.2, p. 49-63.
- PEARCE J.A., HARRIS N.B.W., A.G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *J. Petrol.*, **25**: 956-983.
- RICCI P.S.F., COSTA L.T.R., CARVALHO J.M.A., KLEIN E.L., VASQUEZ M.L., MACAMBIRA E.M.B., VALE A.G., ARAÚJO O.J.B. 2001. *Projeto Província Mineral da RENCA e Distrito Mineral do Ipitinga. Geologia e Recursos Minerais*. Belém, CPRM, Programa de Levantamentos Geológicos Básicos - Relatório Fase I. 67p.