

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO PETROLÓGICO E GEOQUÍMICO DAS ROCHAS MÁFICAS-ULTRAMÁFICAS DA REGIÃO DE VILA BELA DA SANTÍSSIMA TRINDADE - MT, PORÇÃO SUDOESTE DO CRÁTON AMAZÔNICO

Paulo César CORRÊA DA COSTA ¹, Vicente Antonio Vítório GIRARDI ²,
João Batista de MATOS ¹, Amarildo Salina RUIZ ³, Ciro Teixeira CORREIA ²

(1) Departamento de Recursos Minerais, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.
Avenida Fernando Corrêa da Costa s/n – Bairro Coxipó. CEP 78060-900. Cuiabá, MT.

Endereços eletrônicos: pccorrea@ufmt.br; jmatos@ufmt.br

(2) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Rua do Lago 562 – Cidade Universitária.
CEP 05506-900. São Paulo, SP. Endereços eletrônicos: girardi@usp.br; ccorrei@usp.br

(3) Departamento de Geologia Geral, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.
Avenida Fernando Corrêa da Costa s/n – Bairro Coxipó. CEP 78060-900. Cuiabá, MT. Endereço eletrônico: asruiz@gmail.com

Introdução – Contexto Geológico
Geologia e Características Petrográficas
Granito Passagem
Intrusivas Máficas-Ultramáficas
Diabásios
Gabros
Hornblenda Gabros
Piroxênio Hornblenditos
Granito Vila Bela
Grupo Aguapeí
Métodos Analíticos
Geoquímica de Rocha Total
Características da Fonte
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – Mapeamento realizado na região de Vila Bela da Santíssima Trindade, no sudoeste do Estado de Mato Grosso revelou que a região é constituída de três unidades cristalinas não metamorizadas (Granito Passagem, Intrusivas máficas-ultramáficas e Granito Vila Bela) sotopostas à unidade sedimentar do Grupo Aguapeí. Inferiu-se que o contato do Granito Passagem, de composição monzodiorítica, e as rochas intrusivas máficas-ultramáficas ocorre através de uma zona de cisalhamento. As rochas máficas-ultramáficas são constituídas essencialmente por gabros e hornblenda gabros cortados por diques de diabásios N45-65E. Piroxênios hornblenditos ocorrem somente em um afloramento. Os dados geoquímicos indicam afinidade toleítica e composição basáltica, com variação para composição andesito-basáltica apenas nos diques de diabásios. Os diagramas de variação indicam que os gabros, hornblenda gabros, e talvez piroxênio hornblendito, fazem parte de uma mesma suíte magmática. Entretanto, os diabásios mostram tendências geoquímicas distintas, o que leva a supor que as rochas máficas-ultramáficas derivaram-se de pelo menos duas fontes distintas. O Granito Vila Bela, de composição monzogranítica forma diques pegmatíticos intrusivos N60-65E, paralelos às fraturas nas rochas máficas-ultramáficas. O Grupo Aguapeí repousa em discordância erosiva sobre as rochas que constituem o seu embasamento e abrange toda a porção noroeste da área pesquisada.
Palavras-chave: rochas máficas-ultramáficas, Cráton Amazônico.

ABSTRACT – *P.C. Corrêa da Costa, V.A.V. Girardi, J.B. de Matos, A.S. Ruiz, C.T. Correia - Contribution to the petrologic and geochemical study of mafic-ultramafic rocks from Vila Bela da Santissima Trindade-MT region, southwest portion of Amazonian Craton.* Geological mapping carried out at Vila Bela da Santissima Trindade, SW Mato Grosso State, revealed the presence of three geological units, unaffected by metamorphic events, and named respectively Passagem Granite, Mafic-Ultramafic Intrusives and Vila Bela Granite, overlaid by the sediments of the Aguapeí Group. The boundary between the monzonitic Passagem Granite and the Mafic-Ultramafic Intrusives is attributed to an inferred shearing zone. The Mafic-Ultramafic unit is made up mainly by gabbros and hornblende gabbros, intruded by diabase dikes. Pyroxene hornblendites occur in a single outcrop. These rocks have tholeiitic affinity and basaltic composition, except for diabases, which plot in the basaltic and andesite-basaltic fields. Geochemical diagrams indicate that gabbros, hornblende gabbros and perhaps pyroxene hornblendites belong to a same magmatic suite. Diabases display distinct geochemical behaviour, which permit to suppose at least two different sources for the Mafic-Ultramafic unit. The Vila Bela Granite has monzonitic composition, and is formed predominantly by N60-65E pegmatitic dykes, following the main fractures of the mafic-ultramafic rocks. The sediments of Aguapeí Group overlie discordantly the basement rocks.

Keywords: mafic-ultramafic rocks, Amazonian craton.

INTRODUÇÃO – CONTEXTO GEOLÓGICO

O estudo das rochas máficas-ultramáficas fornece informações relevantes sobre processos mantélicos e geodinâmicos (*e.g.* Halls, 1982; Windley, 1984; Collerson & Sheraton, 1986; Condie et al., 1987; Tarney & Weaver, 1987). É um tema de pesquisa que vem sendo desenvolvida nas duas últimas décadas no âmbito da Plataforma Sul-Americana (Cráton São Francisco, Maciço de Goiás, Cráton Amazônico e Cráton Rio de La Plata). Contudo, na região de Vila Bela da Santíssima Trindade, no sudoeste do Cráton Amazônico - MT, que constitui o alvo deste trabalho, estudos detalhados acerca dos seus corpos máficos-ultramáficos são escassos, e na maioria dos casos, inexistentes. O reconhecimento desses corpos efetuou-se na escala 1:50.000 em uma área de aproximadamente 64 km², situada no entorno da Serra Ricardo Franco, no município de Vila Bela da Santíssima Trindade - MT. O presente trabalho objetiva principalmente descrever aspectos relacionados às feições de campo, características petrográficas e geoquímicas, que constituem o início de uma pesquisa mais abrangente cuja finalidade é conhecer a natureza e o tipo de associação máfica-ultramáfica existente, sua idade e seu contexto geotectônico no âmbito do Cráton Amazônico.

A definição da geologia básica do Cráton Amazônico deve-se a Almeida (1974) onde o autor delinea

os primeiros esboços do então denominado Cráton do Guaporé. Amaral (1984) em levantamento de dados geológicos e geocronológicos (K-Ar e Rb-Sr), propõe a divisão do Cráton em províncias, baseando-se, nos trabalhos de mapeamento geológico executado pela CPRM e RADAMBRASIL. Desde então, vários modelos evolutivos foram propostos para a extensão territorial do Cráton Amazônico (*e.g.* Cordani et al., 1979; Cordani & Teixeira, 2007; Teixeira et al., 1989; Tassinari, 1996; Costa & Hasui, 1997; Santos et al., 2000; Tassinari & Macambira, 2004; Geraldles et al., 2001; Ruiz, 2005, entre outros).

O Cráton Amazônico é dividido segundo Tassinari & Macambira (2004) em seis províncias geocronológicas que são as seguintes: Província Amazônia Central (2,5 Ga), Província Maroni-Itacaiúnas (2,25-2,0), Província Ventuari-Tapajós (1,95-1,80 Ga), Província Rio Negro-Juruena (1,8-1,55 Ga), Província Rondoniana-San Ignácio (1,55-1,3 Ga) e Província Sunsas (1,3-1,0 Ga). Ruiz (2005) em estudo de semi-detalle da porção sudoeste do Cráton Amazônico em Mato Grosso, distinguiu cinco domínios tectônicos: Cachoeirinha, Jauru, Rio Alegre, Santa Bárbara e Paragua. A região de estudo está inserida no Domínio Tectônico Paragua (Ruiz, 2005) que situa-se na Província Geocronológica Rondoniana San-Ignácio (Figura 1).

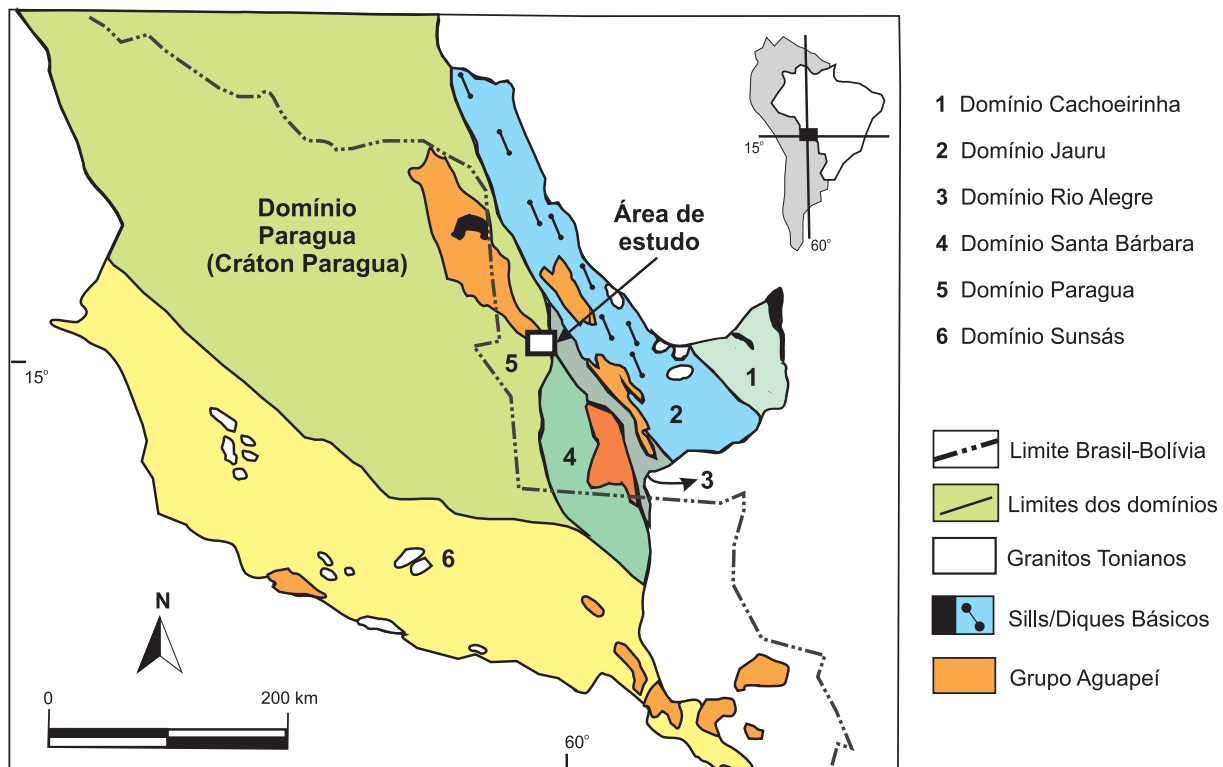


FIGURA 1. Esboço dos domínios tectônicos do sudoeste do Cráton Amazônico (Modificado de Ruiz, 2005).

GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS

O mapeamento geológico de semi-detilhe (1:50.000), fundamentado nos trabalhos de campo, nos estudos petrográficos e geoquímicos, levaram ao enquadramento das rochas da região estudada, nas

seguintes unidades litoestratigráficas: Granito Passagem, Suíte máfica-ultramáfica, Granito Vila Bela e Grupo Aguapeí. A distribuição geográfica pode ser observada no mapa geológico (Figura 2).

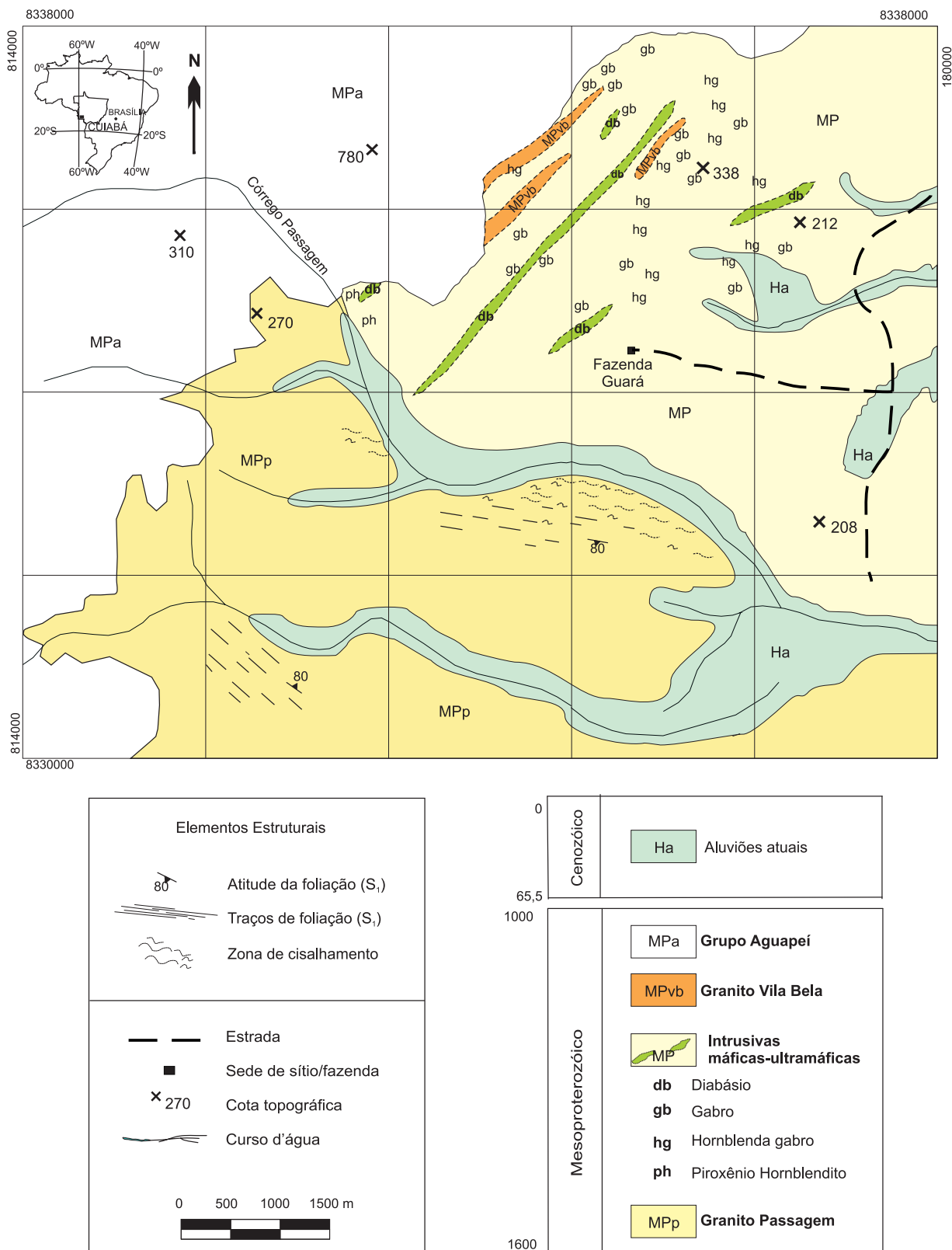


FIGURA 2. Mapa Geológico da região investigada (Modificado de Queiroz, 2006).

GRANITO PASSAGEM

O Granito Passagem representa as rochas mais antigas da região estudada, e foi pela primeira vez individualizado por Queiroz (2006), que o correlaciona com as rochas do Complexo Pensamiento de Litherland et al. (1986). Ocorre na forma de blocos e lajedos, sendo que o contato inferido com as rochas intrusivas máficas-ultramáficas ocorre através de zona de cisalhamento definida pela discreta foliação tectônica encontrada no Granito Passagem, aproximadamente paralela ao Córrego Passagem, conforme mostra o mapa geológico (Figura 2). O contato com o Grupo Aguapeí é marcado pela discordância erosiva, onde as rochas sedimentares do referido grupo repousam sobre o conjunto ígneo.

São rochas de cor cinza clara, leucocráticas, granulação fina a média, discretamente foliadas, com atitudes médias de N70W/80SW e composição modal monzogranítica. A textura é inequigranular, com discreta orientação de biotita e clorita. Os cristais são anédricos a subédricos, de granulação variando de fina a média. Intercrescimento mimerquítico e sericitização são feições que ocorrem com frequência. O quartzo é o principal constituinte, ocupando cerca de 35 % do volume total da rocha, acompanhado do feldspato potássico (30%) e o plagioclásio (25%). Os minerais acessórios são biotita, apatita, titanita, sericita, muscovita, clorita, epidoto e opacos.

INTRUSIVAS MÁFICAS-ULTRAMÁFICAS

Ruiz (2005) e Queiroz (2006) denominaram as rochas máficas-ultramáficas da região de estudo de Suíte Intrusiva Guará. Considerando os dados de campo, nota-se que a unidade corresponde a 45% da área de estudo, localizada na porção central a nordeste, estendendo-se a oeste e norte da área mapeada. Os afloramentos são bem expostos ocorrendo em forma de blocos e matacões com fraturas de diferentes atitudes: N88E/85SE, N50E/90 e N35E/75NW.

Com base nos dados petrográficos, macroscópicos e microscópicos, as rochas máficas-ultramáficas foram agrupadas em vários tipos ou fácies petrográficas de composição predominantemente gabróica. Ocorrem diques de diabásios, gabros, hornblenda gabros e piroxênios hornblenditos (Figura 2).

Diabásios

Os diabásios ocorrem como diques maciços de direção aproximada em N45-65E, conforme mostrado no mapa geológico (Figura 2), e são constituídos por rochas de cor cinza escura a negra, de granulação fina. Segundo Medeiros et al. (2007), tais diques tem idade K-Ar de 936 Ma e são correlacionados às rochas da

Suíte Intrusiva Huanchaca na Bolívia. Microscópicamente são rochas holocristalinas, granulação fina, equigranular. Apresentam textura predominante do tipo intergranular e subordinadamente do tipo subofítica, com minerais variando de subédricos a tabular, possuem intercrescimento granofírico e apresentam incipiente sericitização.

Estas rochas são basicamente compostas por plagioclásio e piroxênio que juntos correspondem a aproximadamente 80-90% do volume total da amostra. O plagioclásio é representado predominantemente pela labradorita (An 55%) e o piroxênio é representado pela augita e enstatita. A enstatita ocorre em menor quantidade e nunca ultrapassa 5%. Em menores proporções encontram-se minerais acessórios com hornblenda, quartzo, biotita, minerais opacos e apatita.

Gabros

Apresentam-se sob a forma de blocos e matacões. São rochas maciças, melanocráticas, de cor cinza-escura a negra, com granulação variando de fina a grossa. A textura é do tipo ofítica, subofítica e intergranular, granulação fina a média, sendo constituído por plagioclásio, clinopiroxênio e anfibólio. O plagioclásio representa 50 - 55% do volume total da rocha, variando de andesina a labradorita. O piroxênio presente é a augita (30%). O anfibólio perfaz aproximadamente 12% do volume total da rocha e é representado pela hornblenda e actinolita. Como acessórios têm-se opacos, biotita e apatita.

Hornblenda Gabros

São as rochas mesocráticas a melanocráticas, maciças, de cor cinza a cinza escuro. São faneríticas de granulação média a grossa, inequigranulares e apresentam na forma de blocos. Ao microscópio são caracterizadas a textura maciça e intergranular, e com menor frequência ocorre a textura do tipo poiquilítica. Estas rochas são compostas essencialmente por anfibólio e plagioclásio que juntos correspondem a aproximadamente 85-90% do volume total da amostra. O anfibólio é representado por hornblenda (anédrica), actinolita (fibrosa) e tremolita (fibrorradiada). O plagioclásio é do tipo andesina. Como minerais acessórios aparecem quartzo, minerais opacos, biotita, clorita, apatita e epidoto.

Piroxênio Hornblenditos

Durante o mapeamento, foi constatado que o litotipo ultramáfico ocorre raramente, sendo encontrado no limite oeste da área de estudo, sugerindo que o restante do corpo esteja encoberto pelos sedimentos do Grupo Aguapeí. Esta unidade é constituída por rochas maciças, melanocráticas, inequigranulares, cor

negra, granulação grossa. Microscópicamente são rochas holocristalinas, com textura intergranular granulação grossa, e cristais anédricos a subédricos. São basicamente constituídos por hornblenda, piroxênio e olivina que juntos correspondem a aproximadamente 90-95% do volume total da amostra. O anfibólio (80%) é representado pela hornblenda e alguns grãos de tremolita. O piroxênio (10%) é representado pela augita. Em menores proporções encontra-se minerais acessórios como serpentina (alteração de piroxênio e olivina), titanita e minerais opacos.

GRANITO VILA BELA

O Granito Vila Bela é intrusivo nas rochas máficas-ultramáficas próximo do limite com o Grupo Aguapeí. Ocorre na forma de diques pegmatíticos com direções N60-65E, paralela as direções de fratura dos diques de diabásios. É representado por rochas peraluminosas, de cor cinza a rosa e granulação média. Têm composição monzogranítica e é constituído essencialmente de quartzo, plagioclásio, microclínio, muscovita primária e granada aluminosa e subordinadamente por biotita, epidoto, sericita e opacos. Os afloramentos ocorrem em forma de blocos e matacões, são intercalados com o gabro e o hornblenda gabros. Estudos acerca do

Granito Vila Bela podem ser encontrados em Queiroz (2006) e Lima et al. (2007).

GRUPO AGUAPEÍ

O Grupo Aguapeí foi descrito por Souza & Hildred (1980). Ocorre na região definindo um relevo de chapadões. Repousa em discordância erosiva e litológica sobre as rochas que constituem o seu embasamento (granitos e intrusivas máficas-ultramáficas) e constitui um espesso pacote de rochas rudáceas e psamíticas, poupadas dos eventos metamórficos e tectônicos que abrange toda a porção noroeste da área pesquisada. Litologicamente foram reconhecidos a seguinte assembléia sedimentar: na base, por bancos de conglomerados oligomíticos com seixos centimétricos de quartzo leitoso e intercalações de arenitos quartzosos finos e siltitos; em direção ao topo da seqüência predominam os termos arenosos e siltosos, com discretas ocorrências de argilitos. Os estratos horizontais a levemente inclinados, por efeito de falhas subverticais, não apresentam registros de deformação penetrativa, o que indica que este setor permaneceu estável, do ponto de vista tectônico, desde a deposição do pacote sedimentar representado pelo grupo Aguapeí.

MÉTODOS ANALÍTICOS

A caracterização litogeoquímica foi realizada a partir da análise de amostras de rochas consideradas como mais representativas apenas do corpo máfico-ultramáfico. As amostras selecionadas para as análises geoquímicas foram preparadas no Laboratório de Tratamento de Amostras (LTA) do Departamento de Mineralogia e Petrologia (DMP) do Instituto de Geociências (IGc) da Universidade de São Paulo. As análises químicas para determinação

de elementos maiores e traços, foram realizadas por fluorescência de raios X, de acordo com método descrito por Mori et al. (1999). Os resultados estão apresentados na Tabela 1. Os erros analíticos para os elementos maiores, são entre 2 - 5% e, para os elementos traços, são inferiores a 10%. O Fe_2O_3T foi determinado pela análise química como ferro total e o FeO foi calculado assumindo a razão $Fe_2O_3/FeO = 0,15$.

GEOQUÍMICA DE ROCHA TOTAL

No diagrama AFM (Irvine & Baragar, 1971; Figura 3) observa-se que os litotipos estudados têm afinidade predominantemente toleítica, com típico enriquecimento em FeOt em relação aos álcalis. Porém, os diabásios situam-se no limite dos campos cálcio-alcálico e toleítico.

Na Figura 4 observa-se o diagrama de classificação sílica *versus* álcalis, conforme proposta por Cox et al. (1979). Nesta figura verifica-se que os gabros, hornblenda gabros e piroxênio hornblendito situam-se predominantemente no campo do basalto. No entanto, os diques de diabásio apresentam um aumento no teor de sílica e encontram-se no campo dos basaltos andesíticos.

As principais diferenças composicionais entre os litotipos estudados são bem observadas quando os resultados são tratados em diagramas de variação utilizando o número de magnésio $mg\# = [MgO/(MgO+FeOt)]$ em razão molar] como índice de diferenciação (Figuras 5 e 6). Os valores de $mg\#$ apresentaram variações que permitiram distinguir quatro grupos distintos das rochas máficas-ultramáficas: O primeiro representado por diabásio, com uma pequena variação do índice de magnésio (0,35-0,39); o segundo representado por gabro com uma ampla variação do índice de magnésio (0,26-0,39), o terceiro representado por hornblenda gabro com $mg\#$ variando entre (0,42-0,48) e o quarto representado por piroxênio

TABELA 1. Análises químicas, em rocha total, das rochas da região investigada (elementos maiores, menores e traços).

Amostradas	VB-12	VB-13	VB-29	VB-52	VB-00	VB-01	VB-09	VB-11	VB-42	VB-07	VB-08	VB-10	VB-40P1	VB-55
	diabásio				gabro					hornblenda gabro				px. hornblendito
SiO ₂ (%)	53,67	53,49	54,02	53,63	49,98	47,26	49,6	48,82	49,09	50,37	50,65	47,58	47,28	48,33
TiO ₂	0,74	0,74	0,76	0,75	0,77	2,26	0,64	1,17	1,70	0,69	0,52	0,66	0,58	0,92
Al ₂ O ₃	14,01	13,78	14,96	14,75	18,01	14,40	15,59	16,45	15,14	16,87	16,60	16,48	11,47	7,21
Fe ₂ O ₃	1,14	1,15	1,14	1,15	1,16	1,76	1,37	1,34	1,59	1,18	1,09	1,31	1,46	1,17
FeO	8,48	8,51	8,46	8,52	8,61	13,03	10,11	9,92	11,76	8,78	8,11	9,67	10,8	8,69
FeOT	8,66	8,69	8,64	8,7	8,79	13,31	10,33	10,13	12,01	8,96	8,28	9,88	11,03	8,87
Fe ₂ O ₃ T	9,62	9,66	9,60	9,67	9,77	14,79	11,48	11,26	13,35	9,96	9,20	10,98	12,26	9,86
MnO	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,22	0,17	0,16	0,19	0,15	0,14	0,15	0,20	0,15
MgO	6,74	6,99	6,04	6,36	7,34	5,91	7,49	7,83	7,34	8,42	8,18	9,85	12,90	14,32
CaO	9,50	9,87	9,88	9,70	11,12	8,6	10,52	9,81	10,17	8,91	10,16	9,90	10,36	16,05
Na ₂ O	2,22	2,02	2,13	1,87	2,5	2,75	2,55	2,59	2,10	2,59	2,49	2,27	1,86	0,93
K ₂ O	1,16	1,01	1,26	1,32	0,14	0,71	0,26	0,20	0,24	0,28	0,20	0,15	0,26	0,55
P ₂ O ₅	0,08	0,08	0,10	0,09	0,06	0,20	0,02	0,24	0,30	0,09	0,05	0,11	0,02	0,07
LOI	1,26	1,26	1,40	1,22	0,32	0,82	0,96	0,63	<0,01	0,75	0,82	1,22	1,50	0,78
Total	99,15	99,06	100,30	99,52	100,18	99,03	99,30	99,17	99,63	99,09	99,02	99,36	98,70	99,18
K (ppm)	9630	8384	10460	10958	1162	5894	2158	1660	1992	2324	1660	1245	2158	4566
Ba	253	361	333	276	81	359	113	83	152	114	102	55	58	119
Rb	43	37	52	49	4	18	13	14	<3	13	5	12	7	13
Sr	160	166	175	146	216	280	216	237	195	229	218	195	83	82
Nb	<9	<9	<9	<9	<9	11	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
Zr	110	113	116	113	32	121	34	68	87	55	33	60	32	46
Ti	4442	4460	4592	4532	4652	13555	3861	7020	10197	4125	3111	3933	3477	5527
Y	24	24	23	23	14	34	16	20	36	14	12	16	15	23
Th	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7	<7
U	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Cr	206	234	166	181	395	32	131	332	336	453	297	409	612	1356
Ni	129	136	111	119	46	19	48	85	49	125	86	238	144	257
Sc	31	31	31	27	34	44	41	32	38	29	32	27	46	79
V	230	232	227	230	171	522	243	206	258	142	157	133	196	339
Co	39	41	39	39	35	51	43	44	40	46	44	52	71	58
Cu	94	97	94	97	18	35	26	46	26	46	23	91	105	150
Pb	10	10	8	10	<4	9	6	4	<4	4	<4	<4	4	4
Zn	72	71	72	73	92	177	105	102	129	85	77	92	88	58
La	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28	<28
Ce	54	54	39	59	53	77	52	66	60	46	50	48	60	51
Nd	25	25	20	26	34	51	30	27	38	18	24	28	34	<14
mg#	0,38	0,39	0,35	0,36	0,39	0,26	0,36	0,38	0,32	0,42	0,43	0,44	0,48	0,56

hornblendito com mg# de 0,56. Tais valores são típicos de líquidos basálticos evoluídos. Magmas basálticos primários derivados de peridotitos mantélicos teriam normalmente valores de mg# entre 0,74 – 0,80 (Jaques & Green, 1980; Takahashi & Kushiro, 1983; Bossi et al., 1993).

Os diabásios apresentam distribuição concentrada como pode ser observado nos diagramas das Figuras 5 e 6. Tais diagramas mostram que com a diminuição do mg# verifica-se um aumento dos teores de SiO₂,

Al₂O₃, K₂O, Ba, Rb, Zr e Zn, e uma diminuição dos teores de MnO, Cr, Ni, Y e Cu. Composições muito próximas dos demais elementos impedem análise de tendência evolutiva.

Nos diagramas das Figuras 5 e 6, observa-se que os gabros e hornblenda gabros apresentam um aumento nas concentrações de TiO₂, FeOT, MnO, Na₂O, Ba, Sr, Zr, Y, Zn e Nd e, uma diminuição dos teores de Cr, Ni e Cu com a progressão dos valores de mg#. K₂O apresenta variações muito pequenas, à excessão de

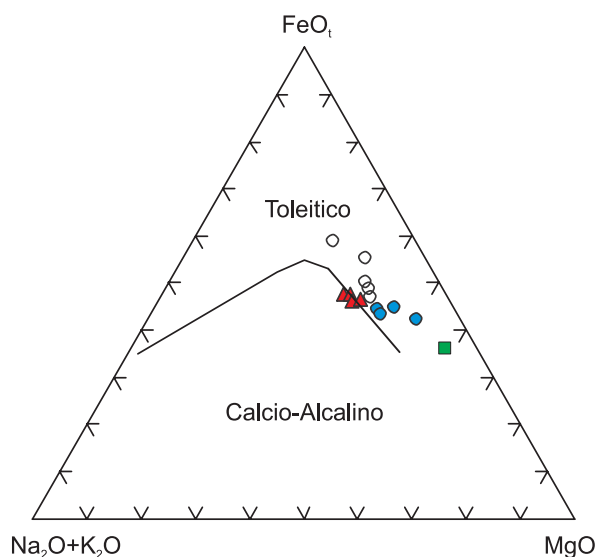


FIGURA 3. Diagrama AFM ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$)- FeO_t - MgO para classificação geral dos litotipos máficos-ultramáficos, segundo proposta de Irvine & Baragar (1971). Símbolos: triângulos = diabásios; círculo vazio = gabros; círculos preenchidos = hornblenda gabros e quadrados = piroxênio hornblendito.

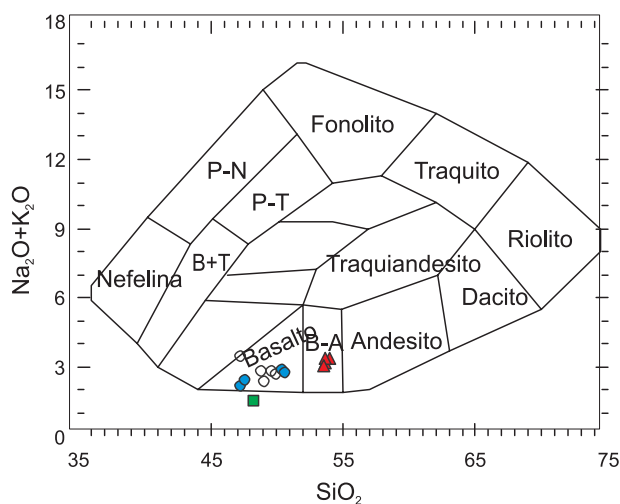


FIGURA 4. Diagrama de classificação geral dos litotipos máficos-ultramáficos, de acordo com a proposta de Cox et al. (1979). Símbolos como na Figura 3.

uma amostra mais enriquecida. Rb exibe enriquecimento de um grupo de amostras e empobrecimento de outro, comportamento que pode-se dever à sua parcial mobilização. O comportamento do Al_2O_3 é diferente dos demais, pois, com a diminuição do $\text{mg}\#$ observa-se um aumento dos teores de Al_2O_3 até $\text{mg}\#$ com 0,42 e após este valor ocorre uma diminuição dos teores de Al_2O_3 com a diminuição de $\text{mg}\#$. Este comportamento pode indicar a atuação de um processo

de cristalização fracionada iniciando-se com a de olivina até cerca de 0,42 $\text{mg}\#$ nos litotipos hornblenda gabros, seguindo-se após a de clinopiroxênio e plagioclásio nos gabros. O CaO e o K_2O apresentam comportamentos constante com a diminuição do $\text{mg}\#$.

O piroxênios hornblenditos são representados somente por uma amostra que constitui a unidade menos evoluída da área.

A principal observação extraída das Figuras 5 e 6 diz respeito à separação de duas unidades que constituem agrupamentos geoquímicos diversos na grande maioria dos diagramas de variação. Uma deles é formada pelos diabásios e outra pelos gabros, que de modo geral parecem ter comportamento similar, no que diz respeito às variantes mais e menos ricas em hornblenda. Isso permite sugerir que os quatro grupos de rochas parecem ter pelo menos duas evoluções magmáticas independentes. A primeira representada pelos diabásios e a segunda por gabros, hornblenda gabros e eventualmente piroxênio hornblenditos.

A Figura 7 apresenta o diagrama multi-elementar de composição média para as rochas dos grupos de diabásio, gabro, hornblenda gabro e piroxênio hornblendito, normalizado para o manto primitivo segundo os valores de McDonough & Sun (1995). Observa-se nesta figura que os diabásios apresentam concentrações elevadas de elementos litófilos de grande raio iônico (LILE – K, Rb e Ba) e de terras raras leves e intermediárias (La, Ce e Nd), anomalias positivas de Zr e negativas de Sr e Ti. Gabros e hornblenda gabros apresentam padrões praticamente idênticos, diferindo dos diabásios face à valores mais baixos de LILE, nos quais se destacam as anomalias negativas pronunciadas de K, inexistentes nos diabásios. A única amostra de piroxênio hornblendito mostra valores de incompatíveis semelhantes aos gabros, com concentrações mais moderadas em LILE e pico positivo de Ce.

O padrão dos elementos incompatíveis das rochas investigadas também foi comparado com os basaltos da cadeia meso-oceânica (MORB) e ilha oceânica (OIB; e.g. McDonough & Sun, 1995; Figura 7). Nota-se que os diabásios são os mais enriquecidos, e seu padrão tem maiores semelhanças com OIB, principalmente no que concerne aos teores de LILE, La, Ce e Nd. Os gabros, hornblenda gabros e piroxênio hornblenditos têm composição intermediária entre os padrões OIB e E-MORB, estando mais próximos destes, excetuando-se os valores de Ce e Nd e de Ba em uma amostra que se aproximam aos níveis de OIB.

Os padrões geoquímicos identificados através dos diagramas da Figura 7 são coerentes com a sugestão extraída através das Figuras 5 e 6, em relação à presença de tendências geoquímicas distintas de gabros e diabásios.

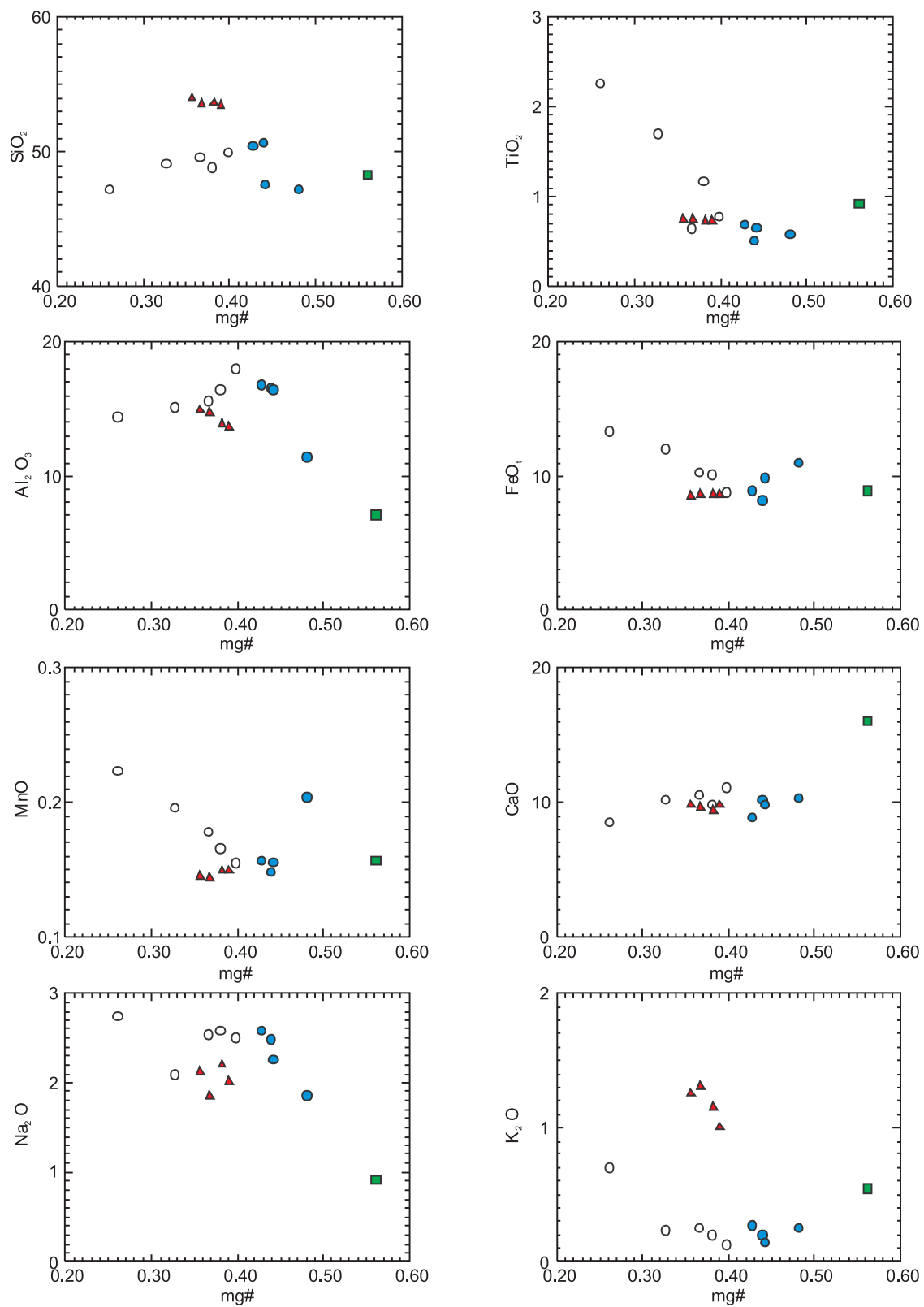


FIGURA 5. Diagramas de variação dos litotipos máficos-ultramáficos. Símbolos como na Figura 3.

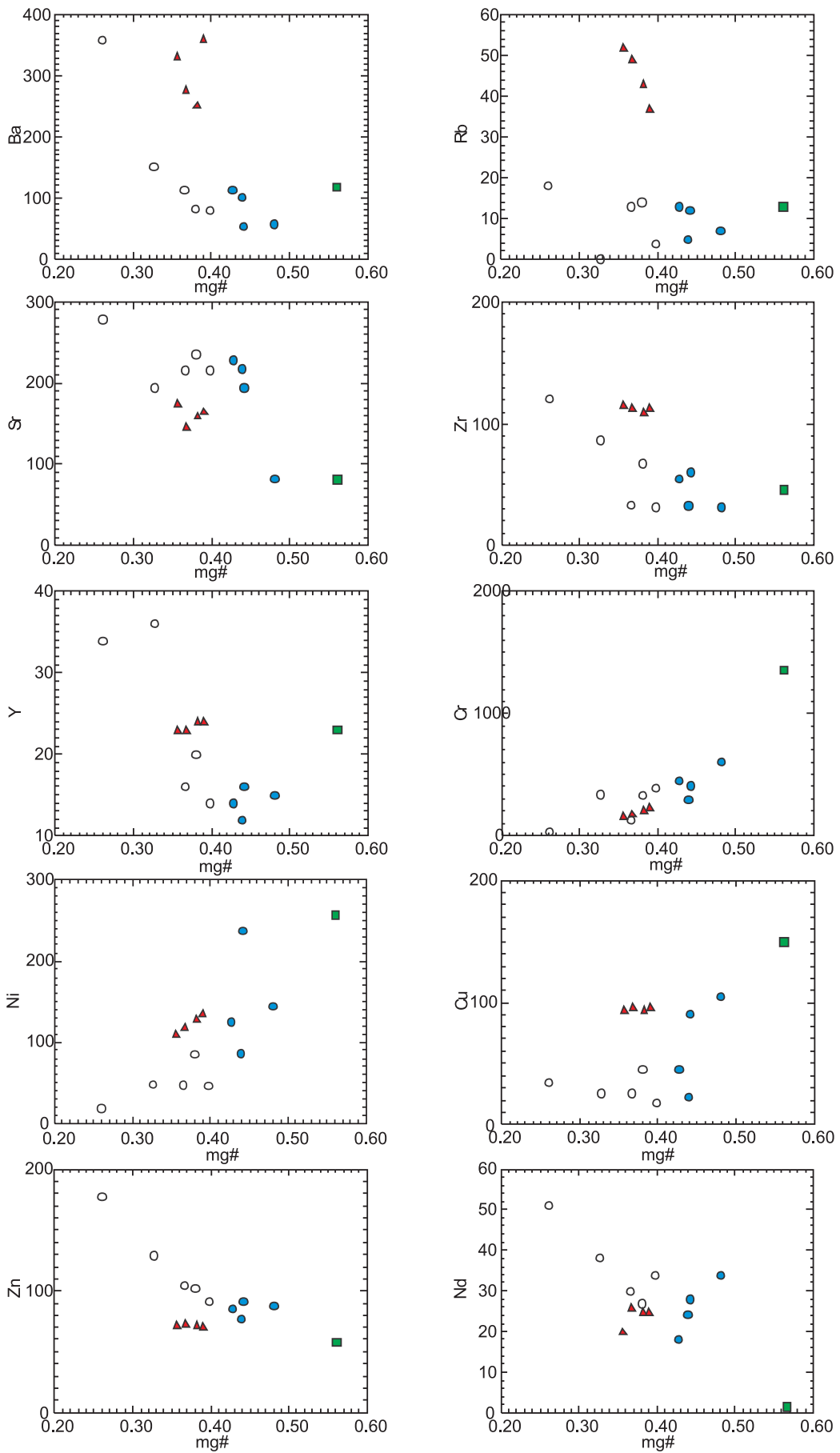


FIGURA 6. Diagramas de variação dos litotipos máficos-ultramáficos. Símbolos como na Figura 3.

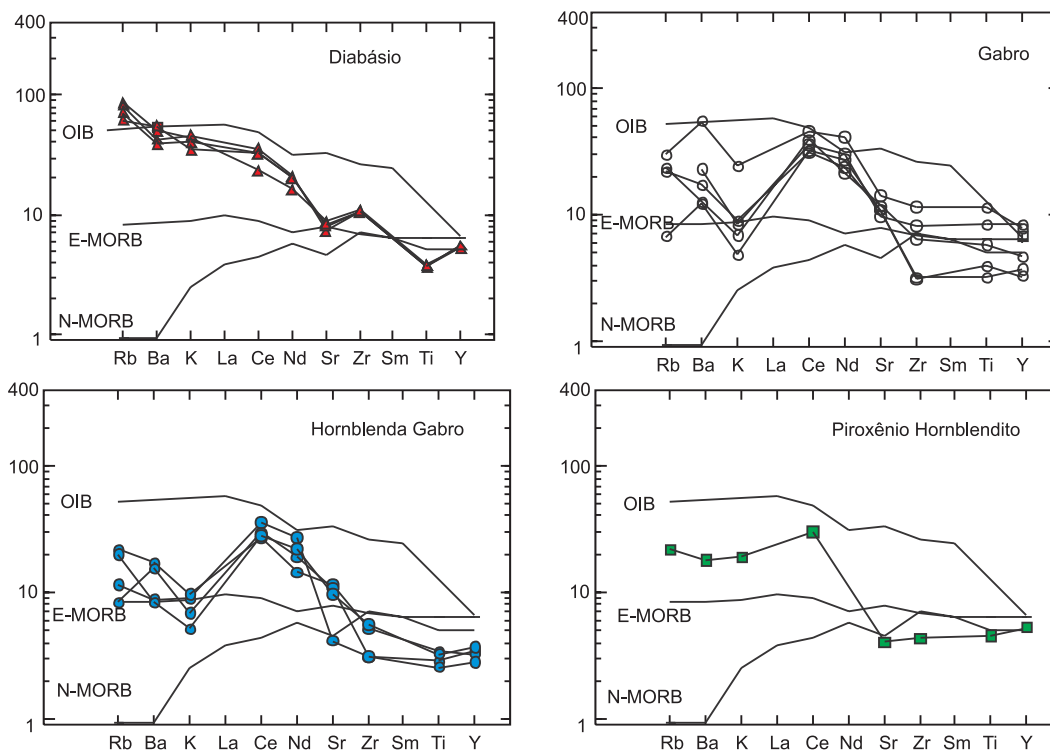


FIGURA 7. Diagrama de multi-elementos, normalizados para o manto primitivo segundo os valores de McDonough & Sun (1995). Os padrões OIB, E-MORB e N-MORB (McDonough & Sun, 1995) são apresentados para efeito de comparação. Símbolos como na Figura 3.

CARACTERÍSTICAS DA FONTE

As razões *Zr versus* elementos incompatíveis permitiram comparar melhor as diferenças geoquímicas entre os litotipos. Na Figura 8 são apresentadas as variações máximas e mínimas de razões de elementos incompatíveis. Nos diabásios a razão Zr/Y varia entre (4,58 – 5,04), Zr/Sr (0,66 – 0,77), Zr/Nd (4,35 – 5,80) e Zr/Ti (0,02 – 0,03). Para os gabros, hornblenda gabros e piroxênio hornblenditos as razões são muito semelhantes e têm valores entre: Zr/Y (2,0 – 3,93), Zr/Sr (0,15 – 0,56), Zr/Nd (0,94 – 3,06) e Ti/Zr (0,01 – 0,02). De modo geral, na Figura 8 observa-se uma significativa diferença entre os diabásios e os demais grupos de rochas estudadas. Nos diabásios

as razões de incompatíveis são mais elevadas numa ordem de 1,5 a 2 vezes em relação a razão de elementos obtidas nos gabros, hornblenda gabros e piroxênio hornblenditos como pode ser observado por exemplo pela média das seguintes razões: Zr/Y (diabásio = 4,81; demais litotipos = 2,84); Zr/Sr (diabásio = 0,70; demais litotipos = 0,31); Zr/Nd (diabásio = 4,77; demais litotipos = 1,86) e Zr/Ti (diabásio = 0,03; demais litotipos = 0,01). Tais diferenças indicam fontes mantélicas diversas para a derivação dos diabásios e gabros, hornblenda gabros e piroxênio hornblenditos, fenômeno já indicado através dos diagramas das Figuras 5, 6 e 7.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do ponto de vista da cartografia geológica realizada na escala 1:50.000, foram individualizadas as seguintes unidades litoestratigráficas da base ao topo: Granito Passagem, Intrusivas máficas-ultramáficas, Granito Vila Bela e Grupo Aguapeí.

O magmatismo ácido é representado pelo Granito Passagem, caracterizado por discreta foliação, granula-

ção fina a média e composição monzogranítica e pelo Granito Vila Bela, de caráter predominantemente pegmatítico, intrudindo segundo N60-65E as intrusivas básicas. As rochas máficas-ultramáficas foram subdivididas em quatro tipos petrográficos: diabásios, gabros, hornblenda gabros e piroxênios hornblenditos. Sob o ponto de vista geoquímico, as indicações segundo as

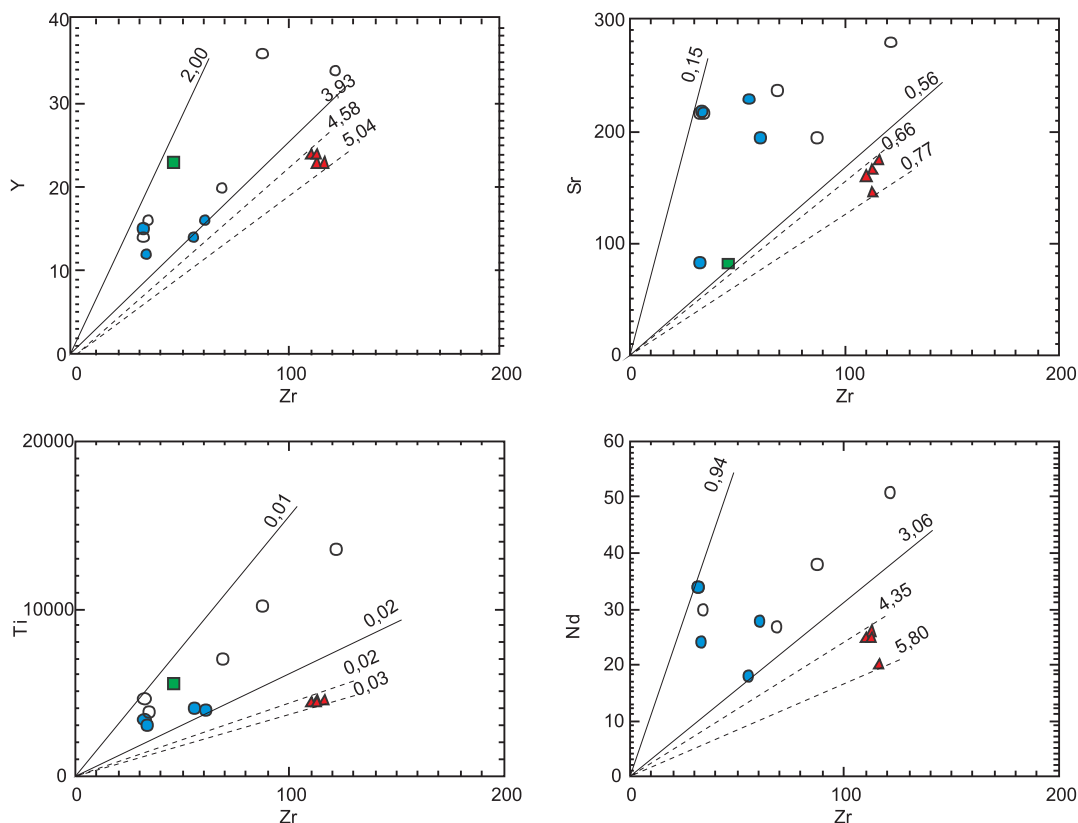


FIGURA 8. Diagramas de correlação entre Zr *versus* elementos traços dos litotipos máficos-ultramáficos. Símbolos como na Figura 3.

quais gabros e diabásios que os cortam não devem provir da mesma fonte é uma indicação que poderá ser de grande utilidade na identificação do tipo de associação máfica-ultramáfica existente, importante não só para o conhecimento do magmatismo básico-ultrabásico, como para o estudo tectônico dessa parte

do Craton Amazônico. Do mesmo modo a continuação das pesquisas com a ampliação da área de trabalho poderá permitir esclarecer melhor a relação das rochas ultramáficas, neste caso representado pelo piroxênio hornblendito, com os gabros, fato importante para a definição do tipo de associação.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de prestar seus agradecimentos ao CNPq, à FAPESP e à FAPEMAT pelos incentivos financeiros. Ao geólogo Thiago Tadeu Nascimento Queiroz pela ajuda de campo e realização do Trabalho de Conclusão de Curso ao aluno Farley Souza pela preparação de amostras para geoquímica e ao laboratório de fluorescência de raios X do IGc/USP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.F.M. DE. Geologia do Centro-Oeste Matogrossense. **Boletim 241**, DGM/DNPM, Rio de Janeiro, 36 p., 1974.
2. AMARAL, G. Províncias Tapajós e Rio Branco. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. **O Pré-cambriano do Brasil**. São Paulo, Edgard Blucher, p. 6-35, 1984.
3. BOSSI, J.; CAMPAL, N.; CIVETTA, L.; DEMARCHI, G.; GIRARDI, V.A.V.; MAZZUCHELLI, M.; NEGRINI, L.; RIVALENTI, G.; FRAGOSO CESAR, A.R.S.; SINIGOI, S.; TEIXEIRA, W.; PICCIRILLO, E.M.; MOLESINI, M. Early Proterozoic dike swarms from western Uruguay: geochemistry, Sr-Nd isotopes and petrogenesis. **Chemical Geology**, n. 106, p. 263-277, 1993.
4. COLLERSON, K.D. & SHERATON, J.W. Age and geochemical characteristics of a mafic dyke swarms in the Archean Vestfold Block, Antarctica: inferences about Proterozoic dyke emplacement in Gondwana. **Journal of Petrology**, n. 27, p. 853-886, 1986.
5. CONDIE, K.C.; BOBROW, D.J.; CARD, K.D. Geochemistry of Precambrian Mafic Dyke from Southern Superior Province.

- In: HALLS, H.C. & FAHRIG, W.F. (Eds.) **Mafic Dykes Swarms**. Geological Association of Canada Special Paper, n. 34, p. 95-108, 1987.
6. CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W. Proterozoic Accretionary belts in the Amazonian Craton. In: HATCHER JR., R.D.; CARLSON, M.P.; MCBRIDE, J.H.; MARTINEZ CATALÁN, J.R. (Org.), **The 4D Framework of Continental Crust**. GSA Memoir, Boulder, Colorado. Geological Society of America Book Editors, v. 200, p. 297-320, 2007.
 7. CORDANI, U.G.; SATO, K.; TEIXEIRA W.; BASEI M.A.S.; KAWASITA K. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLOGICO CHILENO, 2, 1979, Chile. **Actas...** 1979, p.137-148.
 8. COSTA, J.B.S. & HASUI, Y. Evolução geológica da Amazônia. In: M.L.COSTA & R.S.ANGÉLICA (Eds.), **Contribuições a Geologia da Amazônia**. Sociedade Brasileira de Geologia, p. 15-90, 1997.
 9. COX, K.G.; BELL, J.D.; PUNKHURST, R.J. **The interpretation of igneous rocks**. George Allen & Unwin Publishers, London, 450 p., 1979.
 10. GERALDES, M.C.; VAN SCHMUS, W.R.; CONDIE, K.C.; BELL, S. TEIXEIRA, W.; BABINSKI, M. Proterozoic geologic evolution of the SW part of the Amazonian Craton in Mato Grosso state, Brazil. **Precambrian Research**, n. 111, p. 91-128, 2001.
 11. HALLS, H.C. The importance and potencial of mafic dyke swarms in studies of geodynamic process. **Geoscience**, n. 9, p. 145-154, 1982.
 12. IRVINE, I.N. & BARAGAR, W.R.A. A guide to the chemical classification of the common volcanics rocks. **Canadian Journal Earth Science**, n. 8, p. 523-548, 1971.
 13. JAQUES, A.L. & GREEN, D.H. Anhydrous Melting of Peridotite at 0 - 15 Kb Pressure and the Genesis of Tholeiitic Basalts. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, n. 73, p. 287-310, 1980.
 14. LIMA, G.A. DE; SOUSA, M.Z.A. DE; RUIZ, A.S.; CAMPOS, M.S. Granito Vila Bela – um exemplo de magmatismo pós-cinematóico do Domínio Tectônico Paragua – SW do Cráton Amazônico – Mato Grosso. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS, 11, 2007, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007, p. 310.
 15. LITHERLAND, M.; ANNELLS, R.N.; APPLETON, J.D.; BERRANGÉ, J.P.; BLOOMFIELD, K.; BURTON, C.C.J.; DARBYSHIRE, D.P.F.; FLETCHER, C.J.N.; HAWKINS, M.P.; KLINCK, B.A.; LLANOS, A.; MITHCELL, W.I.; O'CONNOR, E.A.; PITFIELD, P.E.J.; POWER, G.; WEBB, B.C. **The Geology and Mineral Resources of the Bolivian Precambrian Shield**. British Geological Survey. Overseas Memoir 9. London, Her Majesty's Stationery Office, 140 p., 1986.
 16. MCDONOUGH, W.F. & SUN, S.S. The composition of the Earth. **Chemical Geology**, v. 120, p. 223-253, 1995.
 17. MEDEIROS, E.L.M.; RUIZ, A.S.; SOUSA, M.Z.A. Geologia e petrografia dos diques máficos da suite intrusiva Huanchaca – Domínio Paragua, SW do Craton Amazônico-MT. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 10, 2007, Pirenópolis. **Resumos...** Pirenópolis: Sociedade Brasileira de Geologia, 2007. CD-ROM.
 18. MORI, P.E.; REEVES, S.; CORREIA, C.T.; HAUKKA, M. Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociências, University of São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 29, p. 441-446, 1999.
 19. QUEIROZ, T.N. **Caracterização Geológica das Imediações de Vila Bela da Santíssima Trindade – MT – Região da Fazenda Guará – Com Enfoque na Petrografia e Geoquímica da Suite Intrusiva Guará**. Cuiabá, 2006. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso.
 20. RUIZ, A.S. **Evolução Geológica do Sudoeste do Cráton Amazônico Região Limítrofe Brasil-Bolívia**. Rio Claro, 2005. 259 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
 21. SANTOS, J.O.; HARTMAN, L.A.; GAUDETTE H.; GROVES D.I.; MCNAUGHTON N.J.; FLETCHER I.R. A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and the U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Gondwana Research**, v. 3, p. 435-488, 2000.
 22. SOUZA, E.P. & HILDRED, P.R. Contribuição ao estudo da geologia do Grupo Aguapeí, Oeste de Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, 1980, Camboriu. **Anais...** Camboriu: Sociedade Brasileira de Geologia, 1980, v. 2, p. 813-825.
 23. TAKAHASHI, E. & KUSHIRO, I. Melting of dry peridotite at high pressures and basalt magma genesis. **American Mineralogist**, v. 68, p. 859-879, 1983.
 24. TARNEY, J. & WEAVER, B.L. Geochemistry and Petrogenesis of Early Proterozoic dyke swarms. In: H.C. HALLS & W.H. FAHRIG (Eds.), **Mafic Dykes Swarms**. Geological Association of Canada Special Paper 34, p. 81-94, 1987.
 25. TASSINARI, C.C.G. **O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: Revisão dos dados isotópicos**. São Paulo, 1996. 139 p. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
 26. TASSINARI, C.G.C. & MACAMBIRA, M.J.B. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: NETO-MANTESSO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITONEVES, B.B. DE (Org.), **Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**, p. 471-486, 2004.
 27. TEIXEIRA, W.; TASSINARI, C.C.G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. A review of the geochronology of the Amazonian Craton: tectonic implications. **Precambrian Research**, v. 42, p. 213-227, 1989.
 28. WINDLEY, B.F. **The evolving continent**. John Winley & Sons, 2ed., 391 p., 1984.

*Manuscrito Recebido em: 20 de agosto de 2007
Revisado e Aceito em: 25 de fevereiro de 2008*