

# METABASITOS COM AFINIDADES DOS BASALTOS KOMATIÍTICOS DA REGIÃO DE RIO BRANCO DO SUL/PR

VANDERLEI MANIESI<sup>1</sup> & MARCOS AURÉLIO FARIAS DE OLIVEIRA<sup>2</sup>

**ABSTRACT** *METABASITES OF BASALTIC KOMATIITES AFFINITY OF THE RIO BRANCO DO SUL REGION, STATE OF PARANÁ* Metabasites are orthoderived rocks associated with Proterozoic metasedimentary rocks of the Votuverava Formation, Açungui Group, State of Paraná. The metamorphic mineralogy is represented by actinolite, hornblende, albite, epidote, titanite, quartz, apatite and opaque minerals, and the relict igneous mineralogy by clinopyroxene and brown hornblende. The igneous protoliths of these rocks had an important participation of fractional crystallisation with the possible formation of cumulates represented chiefly by clinopyroxene. They are chemically similar to oceanic magnesian basalts of normal mid-oceanic ridge basalts (N-MORB), but with low contents of incompatible elements, showing affinity with komatiitic basalts that probably extruded during crustal stretching related to the opening of the Açungui basin.

**Keywords:** metabasites, komatiitic basalts, geochemistry, petrogenesis, Açungui Group.

**RESUMO** Os metabasitos da região de Rio Branco do Sul são rochas ortoderivadas, inseridas em rochas metassedimentares proterozóicas da Formação Votuverava, Grupo Açungui, no estado do Paraná. São rochas constituídas por uma associação mineral metamórfica com actinolita, hornblenda, albita, epidoto, titanita, quartzo, apatita e opacos, além de clinopiroxênio e hornblenda castanha representantes da mineralogia ígnea parcialmente preservada. Seus protólitos ígneos possuíam composição dos basaltos magnesianos de fundo oceânico com geral empobrecimento em elementos incompatíveis em relação aos basaltos normais de cadeia meso-oceânica (N-MORB), exibindo afinidades dos basaltos komatiíticos. Na evolução dos protólitos a cristalização fracionada teve importante participação, com possível formação de agregados cumuláticos, com predomínio de clinopiroxênio. São metabasitos que podem estar relacionados ao estiramento crustal durante o estágio de abertura da bacia Açungui em tempos proterozóicos.

**Palavras-chave:** metabasitos, basaltos komatiíticos, geoquímica, petrogênese, Grupo Açungui.

**INTRODUÇÃO** Dados petrológicos recentes têm mostrado a ocorrência de diferentes metabasitos inseridos em rochas metassedimentares proterozóicas do estado do Paraná, no que diz respeito aos seus conteúdos mineralógicos, características petrográficas, metamorfismo e geoquímica (Maniesi 1997). Como parte desses dados, o presente trabalho refere-se ao estudo de metabasitos situados na região de Rio Branco do Sul/PR (Fig. 1), envolvendo a geologia, caracterização geoquímica, natureza de seu protólito e possíveis processos petrogenéticos a que foram submetidos. São metabasitos dispostos na faixa de dobramentos Apiaí de Hasui *et al.* (1975) e Hasui *et al.* (1980), e suas encaixantes são metassedimentos pelíticos pertencentes à Formação Votuverava, Grupo Açungui. Esta pesquisa se relaciona a um projeto maior envolvendo a caracterização de rochas metabásicas e metabasitos de parte das regiões sul e sudeste do Brasil e é coordenada por um dos autores (M. A. F. de Oliveira).

**GRUPO AÇUNGUI** Soares (1987) utilizou o termo "Complexo" para as rochas do Grupo Açungui, como sendo constituído por várias associações com empilhamento tectônico, ocorrendo em três sinclínios: Capiru, Votuverava e Itaiacoca. Para o autor, as rochas do Complexo Votuverava – Capiru – Itaiacoca, desenvolveram-se em margem continental aquecida, após o resfriamento conseqüente à colisão arco-continente que deformou o Grupo Setuva. Ocorrem metarenitos, metapelitos, metarritimitos, metacalcários e metadolomitos originários de diversos sistemas deposicionais como fluviais, litorâneos, de plataforma carboná-

tica e de plataforma terrígena, entre outros.

A principal característica dessas rochas é a intensa deformação por cisalhamento rúptil-dúctil, de baixo ângulo, com intenso transporte ao longo dos planos. O fenômeno lenticularizou e reempilhou as unidades num sistema de cavalgamento (Soares 1987, Fiori 1985, 1987, 1993) associado a metamorfismo na fácies xisto verde nas zonas da clorita e início da biotita. Para Soares (1987), esta tectônica teria transporte para sudeste, resultado da colisão continente - arco - continente no Proterozóico Superior.

**GEOLOGIA E PETROGRAFIA** Os metabasitos da região de Rio Branco do Sul estão alojados em rochas metassedimentares proterozóicas, predominantemente filitos, pertencentes à Formação Votuverava do Grupo Açungui (Fig. 2). As rochas encaixantes mostram evidências de que estiveram submetidas ao metamorfismo da fácies xisto verde, zona da clorita, com as seguintes associações: clorita + sericita + quartzo + opacos + turmalina, e clorita + sericita + quartzo + opacos.

São metabasitos que ocorrem em corpos alongados segundo NE-SW, possuem espessura, em planta, de até 750 m, e são cortados por diques de diabásio mesozóicos. São cinza escuro a cinza escuro esverdeado com grau de anisotropia fraca a média e granulação fina, fina-média e raramente grossa.

A textura granoblástica é comum e caracterizada pela disposição de cristais de anfibólio e epidoto em mosaico granular, principalmente nos metabasitos com teores de MgO superior a 12%. No entanto, o metamorfismo e a deformação a que foram submetidos os metabasitos de Rio Branco do Sul, não foram

1 Universidade Federal de Rondônia - UNIR, Campus Universitário José Ribeiro Filho, BR 364, km 9,5, sentido Rio Branco/AC, CEP: 78900-500, Porto Velho - RO. e-mail: maniesi@unir.br.

2 Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP, Av. 24A, 1515, Caixa Postal 178, CEP 13500-970, Rio Claro, SP. e-mail: maurelio@rc.unesp.br.

suficientes para sua total transformação, restando texturas e minerais ígneos reliquias. As texturas reliquias são semelhantes à ofítica e à subofítica e são encontradas nos metabasitos com teores de MgO inferiores a 10%, em que a albita chega a atingir 29% em proporção modal. A mineralogia reliquiar é representada por finos cristais dispersos de hornblenda castanha e clinopiroxênio no centro de cristais de anfibólio metamórfico (Maniesi 1997).

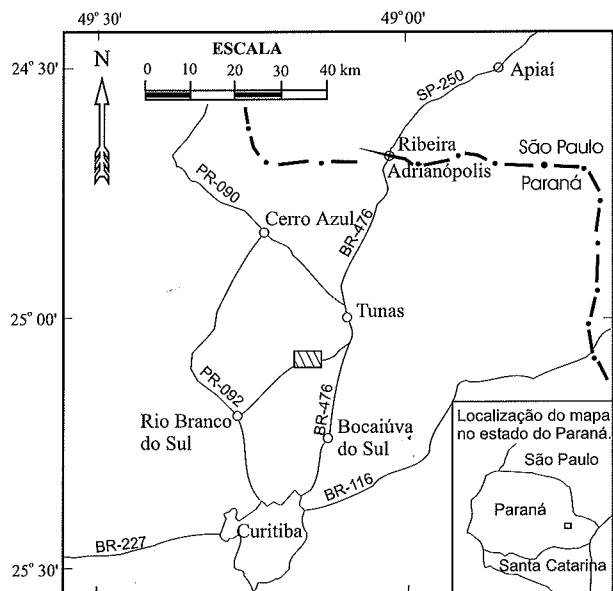
A estimativa modal dessas rochas revela que são constituídas por uma mineralogia metamórfica onde predomina o anfi-

bólio (43 a 70%), ocorrendo a actinolita e com menos frequência a hornblenda, epidoto (4 a 20%), albita (<5 a 29%), clorita (3 a 11%), opacos (2 a 5%), titanita (traços a 5%), quartzo (traços a 3%), além de traços de apatita, sericita e hematita/goethita. Restos da mineralogia ígnea parcialmente preservada são clinopiroxênio (até 18%) e anfibólio castanho (até 4%).

O anfibólio metamórfico ocorre como cristais fibrosos ou prismáticos com terminações fibrosas e comprimentos desde submilimétricos a até 4 milímetros, apresentando comumente cristais de clorita e alguns raros cristais de epidoto associados. Exibem de um modo geral pleocroísmo fraco e raros casos de pleocroísmo moderado, variando de verde claro ( $\alpha$ ), verde claro azulado a castanho claro ( $\beta$ ) e verde claro a castanho esverdeado ( $\gamma$ ). É representado, em sua maioria, por cristais homogêneos de actinolita e hornblenda actinolítica, e, por vezes, Mg-hornblenda que ocorre na forma de manchas em cristais de actinolita. A coexistência de hornblenda e actinolita num mesmo cristal com a associação albita + clorita + epidoto + quartzo indica que o metamorfismo desses metabasitos atingiu o início da zona da hornblenda, subzona da hornblenda+actinolita, estando coerente com o metamorfismo regional da fácies xisto verde zona da clorita e início da biotita (Maniesi 1997).

**GEOQUÍMICA E PETROGÊNESE** Os dados químicos dos metabasitos da região de Rio Branco do Sul (Tabelas 1 e 2), foram obtidos a partir da seleção de 15 amostras para dosagem dos seguintes elementos: SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr, Ni, Rb, Sr, Zr e Y por fluorescência de Raios X (LABOGEO-UNESP/Rio Claro). Selecionaram-se também 7 amostras para dosagem dos conteúdos de Nb e elementos terras raras (La, Ce, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Yb e Lu) por ICP-AES, LABOGEO-UNESP/Rio Claro e Hf, Ta, U e Th por ICP-MS (Laboratório Activation Ltd - Canadá).

As análises dos metabasitos de Rio Branco do Sul quando plotadas no diagrama de razão de proporção molecular logarí-



▨ Área de estudo

Figura 1 - Mapa de localização.

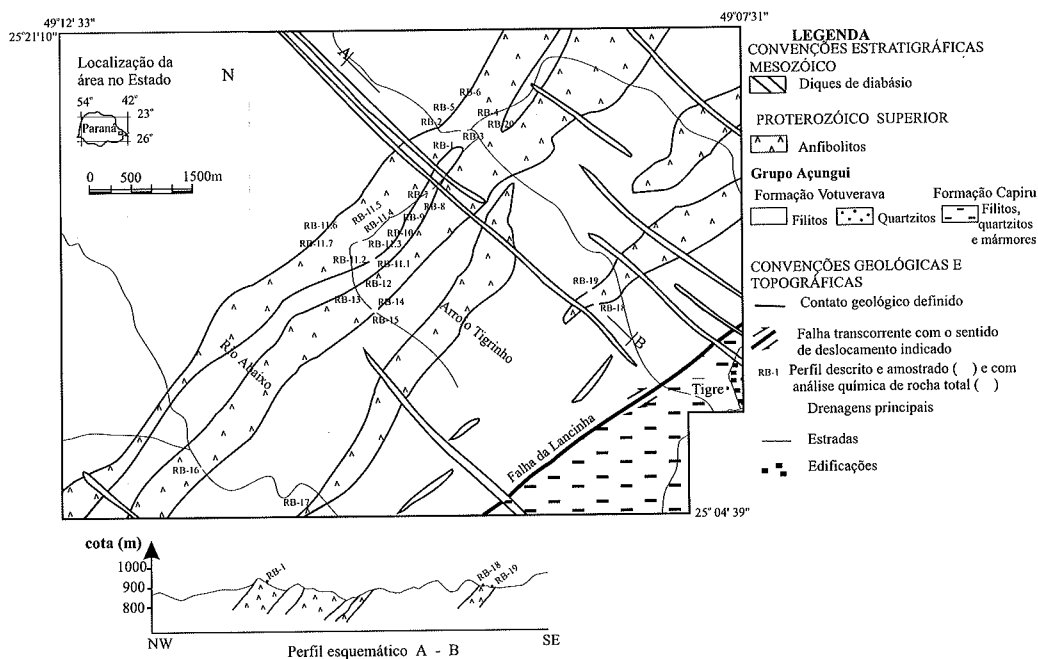


Figura 2 - Mapa geológico da região de Rio Branco do Sul (modificado de Pimentel et al. 1990).

Tabela 1 - Teores dos elementos maiores, menores (%) e traços (ppm) dos metabasitos de Rio Branco do Sul. Para o cálculo das composições normativas e dos valores de mg# foi utilizada a razão  $Fe_2O_3/FeO = 0,15$ .

	RB-1	RB-5	RB-10	RB-11.2	RB-11.3	RB-11.4	RB-11.5	RB-11.6	RB-11.7	RB-12	RB-13	RB-14B	RB-16	RB-17	RB-20
SiO <sub>2</sub>	39.96	45.50	48.02	44.29	46.19	45.41	46.47	46.22	45.93	48.51	48.53	50.61	50.50	46.78	46.04
TiO <sub>2</sub>	0.31	0.30	0.40	0.34	0.41	0.38	0.38	0.39	0.37	0.71	1.19	0.75	0.59	0.38	0.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.14	12.72	9.60	11.65	9.12	9.92	9.45	9.58	9.56	14.61	12.57	14.62	18.03	14.69	10.94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.28	2.46	3.01	5.01	4.57	3.25	3.19	3.49	3.60	2.67	3.66	2.84	3.12	3.77	4.01
FeO	6.74	6.39	6.84	5.10	5.69	6.68	6.52	6.10	5.94	7.74	10.32	9.64	5.23	10.14	4.52
MnO	0.14	0.16	0.24	0.22	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20	0.22	0.17	0.20	0.17
MgO	12.41	15.08	16.58	14.61	16.54	16.37	16.37	16.74	17.36	9.76	10.04	6.13	5.86	8.32	16.40
CaO	12.08	11.88	9.49	13.63	12.85	12.69	13.09	12.48	12.43	8.33	5.58	6.83	9.11	8.12	13.01
Na <sub>2</sub> O	0.97	1.39	1.37	0.81	0.60	0.86	0.35	0.58	0.41	3.18	2.20	3.17	2.65	1.15	0.76
K <sub>2</sub> O	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.51	0.60	0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.07	0.06	0.07	0.03	0.08	0.02
P.F.	3.18	3.40	3.63	3.76	3.19	3.48	3.26	3.52	3.54	3.32	4.50	4.02	3.61	4.64	3.31
Total	99.24	99.30	99.24	99.44	99.38	99.25	99.28	99.32	99.34	99.13	98.87	98.93	99.41	98.87	99.51
mg#	0.55	0.76	0.76	0.73	0.75	0.75	0.76	0.76	0.77	0.63	0.57	0.47	0.56	0.52	0.78
Composição normativa (CIPW)															
Q	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.98	3.54	4.04	2.69	0.00
Opx	8.19	6.48	27.53	8.84	20.37	11.47	22.70	20.54	21.73	15.22	38.09	26.45	17.34	33.23	15.61
Cpx	26.41	24.12	21.53	31.04	32.18	32.15	32.14	30.33	29.93	12.19	2.37	6.46	7.40	5.40	29.92
Ol	8.71	20.71	9.47	12.70	8.33	17.05	8.20	10.49	10.79	10.38	0.00	0.00	0.00	0.00	11.28
Traços															
Ni	336	345	380	391	392	381	363	413	409	29	56	94	84	316	401
Cr	921	806	1077	956	1017	958	957	1047	1156	258	176	86	132	239	960
Sr	147	58	46	131	68	62	104	64	81	89	193	125	201	108	117
Rb	8	9	9	8	5	7	6	7	7	12	20	24	26	29	6
Zr	50	32	39	10	37	15	18	39	6	34	20	43	33	40	18
Y	7	6	5	7	6	4	6	6	5	7	8	13	12	98	5
Ba	24	14	18	12	9	7	9	13	28	31	233	37	132	174	11
Nb	6.10	5.50	5.80	-	6.10	-	-	5.80	-	6.00	-	-	5.90	-	-
Hf	0.54	1.97	0.45	-	0.46	-	-	0.40	-	0.32	-	-	0.71	-	-
Ta	0.10	0.04	0.05	-	0.05	-	-	0.40	-	0.06	-	-	0.11	-	-
Th	0.10	0.05	0.06	-	0.06	-	-	0.06	-	0.02	-	-	0.11	-	-
U	0.03	0.01	0.01	-	0.01	-	-	0.02	-	0.003	-	-	0.02	-	-

Tabela 2 - Teores dos elementos terras raras em ppm e normalizados (N) ao condrito de Evensen et al. (1978) dos metabasitos de Rio Branco do Sul.

	RB-1	RB-5	RB-10	RB-11.3	RB-11.6	RB-12	RB-16
La	2.53	1.82	2.21	2.90	1.27	3.72	3.95
Ce	4.35	4.15	4.01	4.16	2.68	4.09	9.21
Nd	3.38	4.41	3.19	4.23	2.26	4.58	5.52
Sm	1.13	1.31	1.04	1.76	0.97	1.39	2.09
Eu	0.53	0.38	0.39	0.65	0.53	0.48	0.84
Gd	1.15	1.04	1.11	1.56	1.04	1.31	1.90
Dy	1.14	1.57	1.34	1.70	1.05	1.54	2.19
Ho	0.32	0.46	0.28	0.40	0.25	0.44	0.46
Er	0.81	1.33	0.77	1.10	0.75	1.14	1.27
Yb	0.84	0.69	0.65	0.96	0.63	0.88	1.13
Lu	0.10	0.09	0.10	0.14	0.10	0.10	0.16
LaN	10.34	7.44	9.04	11.86	5.19	15.21	16.15
CeN	6.82	6.51	6.29	6.52	4.20	6.41	14.44
NdN	7.13	9.31	6.73	8.93	4.77	9.67	11.64
SmN	7.34	8.51	6.75	11.43	6.30	9.03	13.58
EuN	9.14	6.55	6.72	11.21	9.14	8.28	14.48
GdN	5.63	5.09	5.43	7.64	5.09	6.41	9.30
DyN	4.48	6.18	5.27	6.69	4.13	6.06	8.60
HoN	5.64	8.11	4.94	7.05	4.41	7.76	8.11
ErN	4.88	8.01	4.64	6.62	4.52	6.86	7.65
YbN	5.38	4.42	4.17	6.15	4.04	5.64	7.24
LuN	3.94	3.54	3.94	5.51	3.94	3.94	6.30
Σ ETRN	70.73	73.67	63.91	89.61	55.73	85.26	117.49
(Ce/Sm)N	0.93	0.76	0.93	0.57	0.67	0.71	1.06
(Gd/Yb)N	1.05	1.15	1.30	1.24	1.26	1.14	1.28
(Ce/Yb)N	1.27	1.47	1.51	1.06	1.04	1.14	1.99
Eu/Eu*	1.42	1.00	1.11	1.20	1.61	1.09	0.86

tmica de Beswick & Soucie 1978 (Fig. 3) apresentam evidências de que não devem ter sofrido modificações químicas pós magmáticas significativas, em função da coerência nas tendências geoquímicas com poucas dispersões.

Em uma primeira análise dos dados químicos da Tabela 1, verifica-se, em relação aos teores de SiO<sub>2</sub>, que são rochas básicas (45% < SiO<sub>2</sub> < 53%), exceto a amostra RB-1 que é ultrabásica (SiO<sub>2</sub> = 39,96%), apresentando também boas correlações entre seus elementos químicos em diagramas de variação, como por exemplo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Y, Zr e Cr vs. MgO (Fig. 4).

O diagrama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vs. FeO<sub>T</sub> + TiO<sub>2</sub> vs. MgO de Jensen (1976), (Fig. 5, possibilita a distinção entre a natureza toleítica e komatiítica de rochas máficas-ultramáficas. Os metabasitos de Rio Branco do Sul possuem, em sua maioria, composição de basaltos komatiíticos, subordinadamente Mg-toleíticos (uma amostra) e basaltos cálcio-alcalinos (uma amostra). São subalcalinos (Fig. 6) e exibem, no diagrama de De La Roche et al. (1980) (Fig. 7), composição de picrito, basalto subalcalinos e andesibasalto.

Comparando os dados químicos dos metabasitos de Rio Branco do Sul com dados químicos de outros metabasitos do Grupo Açungui, região de Adrianópolis/PR, e do Grupo Setuva, região de Campo Largo/PR (Maniesi 1997, Maniesi & Oliveira 2000), nota-se que eles configuram respectivamente três agrupamentos geoquímicos distintos (Tabela 3).

Os agrupamentos revelam diferenças em praticamente todos os elementos químicos analisados, sendo que os metabasitos de Rio Branco do Sul são mais ricos em MgO, Ni e Cr e mais pobres em TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, Rb, Sr, Y, Zr, Hf, Nb,

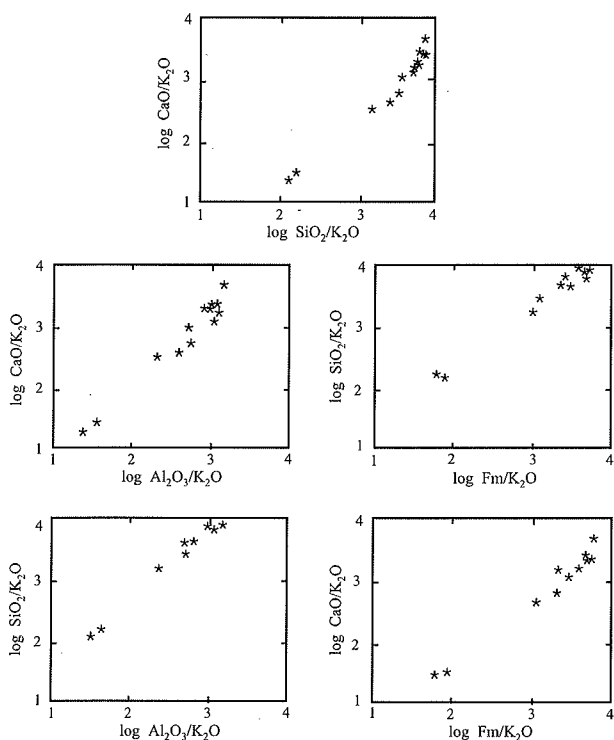


Figura 3 - Diagramas de proporção molecular logarítmica (Beswick & Soucie 1978) com os teores dos metabasitos de Rio Branco do Sul. Fm = FeO + MgO + MnO.

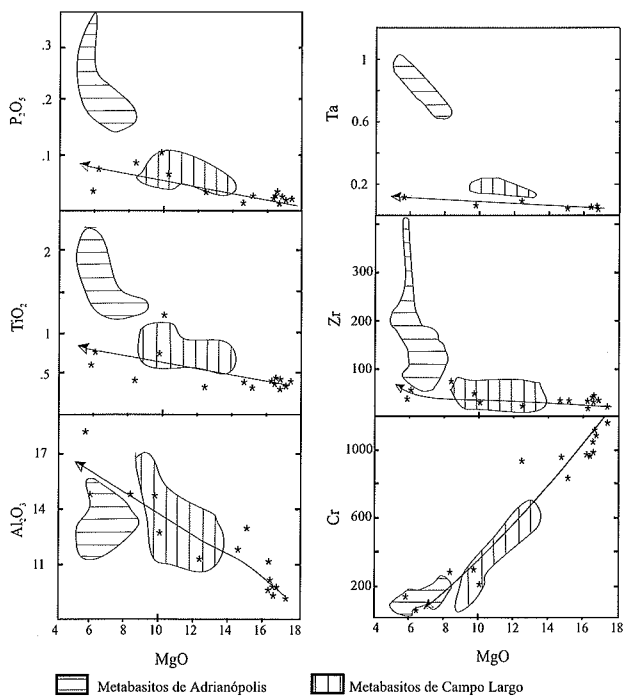


Figura 4 - Diagramas de variação química envolvendo óxidos e elementos traços dos metabasitos de Rio Branco do Sul. As setas representam as linhas de tendências evolutivas. Para comparação são colocados os campos de variação dos metabasitos de Adrianópolis e Campo Largo (Maniesi 1997, Maniesi & Oliveira 2000).

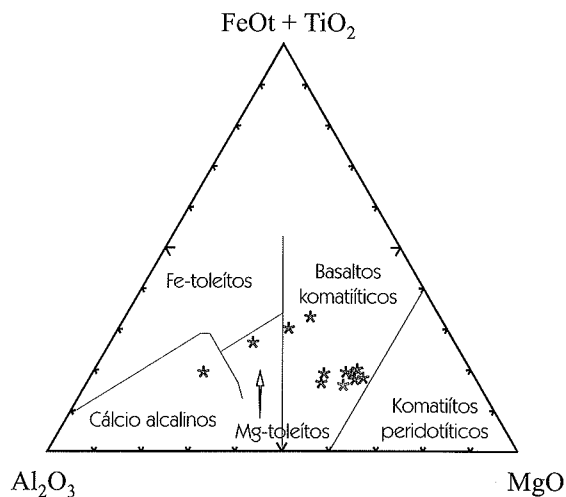


Figura 5 - Diagrama  $Al_2O_3$  vs.  $FeO_1 + TiO_2$  vs.  $MgO$  de Jensen (1976) para os metabasitos de Rio Branco do Sul.

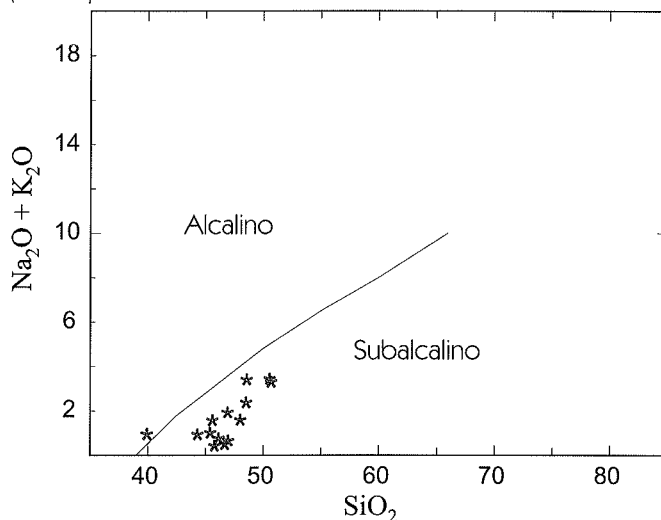


Figura 6 - Diagrama sílica vs. álcalis (Irvine & Baragar 1971) para os metabasitos de Rio Branco do Sul.

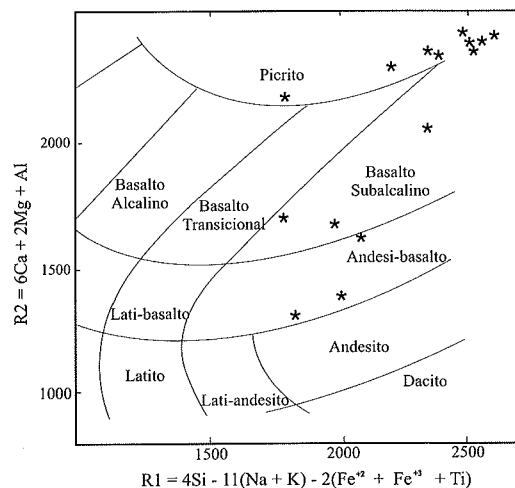


Figura 7 - Distribuição dos metabasitos de Rio Branco do Sul no diagrama De La Roche et al. (1980).

Tabela 3 - Intervalos de variação dos componentes químicos dos metabasitos de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul.

	Adrianópolis	Campo Largo	Rio Branco do Sul
MgO	5,00 a 8,20 %	9,39 a 13,27 %	5,86 a 17,36 %
TiO <sub>2</sub>	1,25 a 2,24 %	0,59 a 1,00 %	0,30 a 1,19 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15 a 0,35 %	0,04 a 0,10 %	0,01 a 0,10 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,96 a 15,03 %	10,89 a 16,86 %	9,12 a 18,03 %
Ni	56 a 165 ppm	7 a 294 ppm	29 a 413 ppm
Cr	13 a 213 ppm	52 a 654 ppm	86 a 1156 ppm
Zr	49 a 408 ppm	2 a 63 ppm	6 a 60 ppm
Hf	2,39 a 3,49 ppm	0,82 a 1,59 ppm	0,32 a 1,97 ppm
Nb	13 a 19 ppm	5,70 a 7,40 ppm	5,50 a 6,10 ppm
Ta	0,70 a 1,01 ppm	0,12 a 0,23 ppm	0,04 a 0,40 ppm
Th	1,20 a 2,28 ppm	0,21 a 0,51 ppm	0,02 a 0,11 ppm
U	0,29 a 0,51 ppm	0,03 a 0,10 ppm	0,003 a 0,26 ppm
ΣETR <sub>N</sub>	274,72 a 390,58	113,88 a 176,12	55,73 a 117,49

Ta, Th, U e ETR que os metabasitos de Adrianópolis e Campo Largo, exibindo, também, diferentes linhas de tendências evolutivas em diagramas de variação (Fig. 4). Com isso, os dados químicos dos metabasitos de Rio Branco do Sul indicam que seu protólito foi gerado a partir de um magma inicial mais primitivo em relação aos metabasitos das regiões de Adrianópolis e Campo Largo, podendo indicar a influência de diferentes graus de fusão parcial de materiais mantélicos composicionalmente distintos (Maniesi 1997, Maniesi & Oliveira 2000).

Os metabasitos de Rio Branco do Sul mostram composições basálticas onde o fracionamento de piroxênio, olivina e plagioclásio de seu protólito mudou a composição do líquido magmático (MgO 5,86 a 17,36% e mg# 0,52 a 0,78), sem contudo mudar de modo significativo os teores dos elementos incompatíveis, incluindo os ETR. Possuem padrões de elementos incompatíveis mais empobrecidos que os basaltos normais de cadeia meso oceânica (N-MORB), sobretudo em K e também em Zr, Th e Sr, e com um certo enriquecimento em Rb, sendo semelhantes aos padrões dos basaltos komatiíticos associados à komatiítos peridotíticos (Fig. 8). São padrões petrogen-eticamente consistentes com os padrões de ETR (Tabela 2 e Fig. 9), notando-se leves inclinações ( $Ce_N/Yb_N = 1,04$  a  $1,99$ ) e empobrecimentos em ETR<sub>NTOTAL</sub> (55,73 a 117,49). As anomalias positivas de Eu com razão  $Eu/Eu^* = 1,61$ , podem indicar a influência da composição da fonte mantélica, uma vez correspondem a amostras com proporções modais de plagioclásio inferiores a 6%.

As amplas variações nos teores de MgO (5,86 a 17,36%) e mg# (0,52 a 0,78) e as correlações entre seus elementos químicos (Fig. 4) sugerem a atuação da cristalização fracionada como processo petrogenético na história de diferenciação do protólito dos metabasitos de Rio Branco do Sul.

O método do cálculo de balanço de massa de Stomer & Nicholls (1978), envolvendo elementos maiores e menores, mostra a viabilidade de cristalização fracionada com as passagens dos termos mais primitivos (RB-11.6; MgO = 17,36% e RB-11.7; MgO = 16,74%) para o termo intermediário (RB-12; MgO = 7,74%), e dos termos mais primitivos para o termo mais evoluído (RB-16; MgO = 5,86%), com somatória dos resíduos ao quadrado próxima a 0,8 e totais subtraídos em relação ao magma inicial próximos a 95%. As proporções modais calculadas nas duas passagens foram: olivina (fo96) = 19%; clinopiroxênio = 54%; ortopiroxênio = 1% plagioclásio (an76) = 25%; e magnetita = 1%. Por outro lado, a passagem do termo intermediário de diferenciação para o mais evoluído mostra-se inviável em função

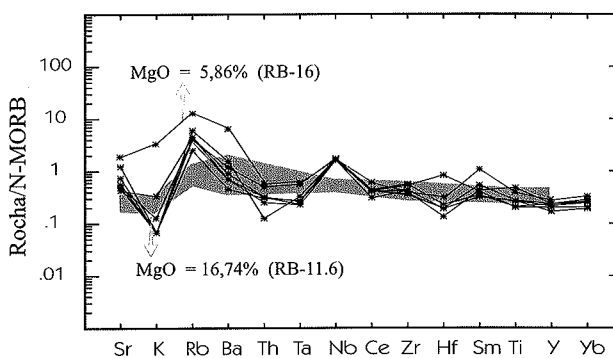


Figura 8 - Padrão de distribuição de elementos incompatíveis normalizados pelo N-MORB de Pearce (1983) para os metabasitos de Rio Branco do Sul. A área sombreada corresponde aos basaltos komatiíticos de Viljoen & Viljoen (1969a,b).

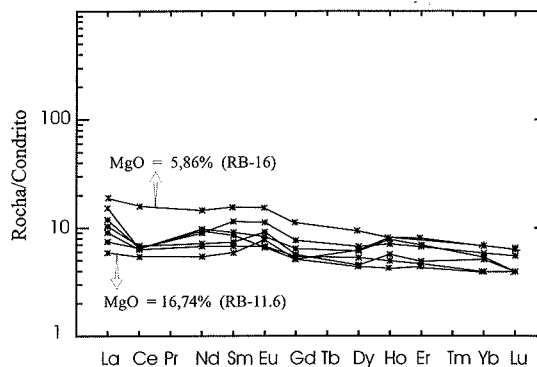


Figura 9 - Padrões de abundância dos elementos terras raras normalizados pelo condrito (Evensen et al. 1978) dos metabasitos de Rio Branco do Sul.

dos resíduos ao quadrado superiores a 1 e com adição de magma. Isso pode indicar também a influência da fusão parcial na composição, evidenciada por alguns padrões de abundância dos ETR que se cruzam entre si (Fig. 9).

A possibilidade do fracionamento do magma inicial do protólito dos metabasitos de Rio Branco do Sul próximo a 95% pode indicar a viabilidade da geração de agregados cumuláticos constatada também pela presença de clinopiroxênio reliquiar e

anfíbólio metamórfico possivelmente derivado do mesmo clinopiroxênio, respectivamente com até 18% e 70% em proporção modal, raros cristais de plagioclásio e altos teores de MgO (17,36%), CaO (13,63%), Cr (1156 ppm) e Ni (413 ppm).

Com isso, os metabasitos de Rio Branco do Sul exibem características petrográficas e geoquímicas dos basaltos magnesianos e sua afinidade basáltica komatiítica é sugerida pelos (1) altos teores de MgO (até 17,36%); (2) empobrecimento nos teores dos elementos incompatíveis (Zr, Y, Nb, Ta, Th e U), inclusive nos termos mais diferenciados (MgO = 5,86%); (3) indicação no diagrama da figura 5; (4) gradual aumento de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> com o decréscimo de MgO como sugerem Viljoen *et al.* (1982) para basaltos komatiíticos; e (5) padrões de ETR subhorizontais e pouco enriquecidos.

**CONCLUSÕES** Os metabasitos da região de Rio Branco do Sul são rochas ortoderivadas, com empobrecimento geral em elementos incompatíveis em relação aos basaltos normais de cadeia meso oceânica (N-MORB), e apresentam características

geoquímicas de basaltos magnesianos de fundo oceânico com afinidade komatiítica. Seu protólito derivou de um líquido inicial mais primitivo, de maior grau de fusão parcial de manto e composicionalmente distinto se comparado com metabasitos de outras regiões dentro dos grupos Açungui e Setuva.

No processo de diferenciação magmática de seu protólito a cristalização fracionada teve uma importante participação com a possível formação de agregados cumuláticos, predominando clinopiroxênio com termos mais diferenciados ricos em plagioclásio e ainda pobres em quartzo.

A rocha precursora dos metabasitos da região de Rio Branco do Sul pode ter sido gerada em algum estágio de abertura da bacia Açungui, com forte estiramento crustal, permitindo grau relativamente alto de fusão parcial do manto, com formação de magmas pouco evoluídos.

**Agradecimentos** À FAPESP pelo apoio financeiro (Proc. 90/3948-1 e 91/0643-8), ao Prof. Dr. Antônio José Ranalli Nardy e aos revisores da RBG pelas sugestões e críticas ao manuscrito.

### Referências

- Beswick A.E. & Sousie G. 1978. A correction procedure for metasomatism in an Archean greenstone belt. *Prec. Res.*, **6**:235-248.
- De La Roche H., Leterrier J., Grandclaude P., Marchal M. 1980. A classification of volcanic and plutonic rocks using R1-R2 diagram and major element analyses. Its relationships with current nomenclature. *Chem. Geol.*, **29**:183-210.
- Evensen N.M., Hamilton P.J., O'nions R.K. 1978. Rare earth abundances in chondritic meteorites. *Geoch. Cosmoch. Acta.* **42**:1199-1212.
- Fiori A.P. 1985. Estudos geológicos integrados do Pré-Cambriano paranaense. Convênio UFPR/MINEROPAR, texto final, Curitiba/PR, inédito, 192p.
- Fiori A.P. 1987. Aspectos estruturais e estratigráficos do Grupo Açungui e Formação Itaiacoca no Estado do Paraná. Convênio UFPR/MINEROPAR, texto final. Curitiba/PR, (inédito), 191p.
- Fiori A.P. 1993. O Sistema de Cavalcamento Açungui (PR). *Geociências*, São Paulo, **12**(1):187-208.
- Hasui Y., Carneiro C.D.R., Coimbra A.M. 1975. The Ribeira Folded Belt. *Rev. Bras. Geoc.*, **5**:247-266.
- Hasui Y., Carneiro C.D.R., Bistrichi C.A. 1980. Estruturas e tectônica do Pré-Cambriano de São Paulo e Paraná. *Anais da Acad. Bras. Ciências*, **52**:61-76.
- Irvine T.N. & Baragar W.R.A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Can. Jour. Earth Sci.*, **8**:523-548.
- Jensen L.S. 1976. A new cation plot for classifying subalkaline volcanic rocks. Ontario Division of Mines, Misc., Paper 66.
- Maniesi V. 1997. Petrologia das rochas anfíbolíticas das regiões de Adrianópolis, Campo Largo e Rio Branco do Sul/PR. Inst. de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Tese de Doutorado, 215p.
- Maniesi V. & Oliveira M.A.F. 2000. Petrogênese dos metabasitos com afinidades de toleítos de fundo oceânico das regiões de Adrianópolis e Campo Largo, PR. *Rev. Bras. Geoc.*, **30**(4):607-614.
- MINEROPAR 1986. Projeto Canha - Carumbé. Mapa geológico, escala 1:25.000.
- Pearce J.A. 1983. Role of the sub-continental lithosphere in magma genesis at active continental margins. In: C.J. Hawkesworth and M. J. Norry (ed.) *Continental basalts and mantle xenoliths*. Shiva, Nantwich, 230-249.
- Pimentel A.L., Cerjat I., Cortez M.M.M. 1990. Mapa geológico da região noroeste do Tigre. Relatório de graduação (inédito). Departamento de Geologia/UFPR, Curitiba/PR.
- Soares P.C. 1987. Sequências tectono-sedimentares e tectônica deformacional no centro-oeste do Escudo Paranaense. In: SBG, *Simp. Sul-Brasil. Geol.*, **3**, Curitiba, Anais, 2:743-772.
- Stomer J.C. Jr. & Nicholls J. 1978. XLFAC: a program for the interactive testing of magmatic differentiation models. *Computer & Geosc.*, **4**:143-159.
- Viljoen M.J. & Viljoen R.P. 1969a. The geology and geochemistry of the lower ultramafic unit of the Onverwacht Group and a proposed new class of igneous rocks. *Geol. Soc. South Africa, Special Publication*, **2**:55-86.
- Viljoen M.J. & Viljoen R.P. 1969b. Evidence for the existence of a mobile extrusive peridotitic magma from the Komati Formation of the Onverwacht Group. *Geol. Soc. South Africa, Special Publication*, **2**:87-113.
- Viljoen M.J., Viljoen R.P., Pearton T.N. 1982. The nature and distribution of Archean komatiite volcanics in South Africa. In: George Allen and Unwin, *Komatiites*, London, 51-79.

Manuscrito A-1085  
Recebido em 05 de abril de 1999  
Revisão dos autores em 02 de maio de 2002  
Revisão aceita em 05 de maio de 2002