

GEOQUÍMICA DOS COMPLEXOS ALCALINOS POTÁSSICOS DO PARAGUAI CENTRO-ORIENTAL

P. Comin-Chiaramonti¹, G. Capaldi², P. Censi¹, A. Cundari³,
A. De Min⁴, C. B. Gomes⁵, D. Oru^{5,6}, R. Petrini⁷,
E. M. Piccirillo⁴, V. F. Velazquez⁵

A atividade alcalina Mesozóica no Paraguai Centro-Oriental compreende um grupo de complexos, "plugs" e diques associados, de idade em torno de 120 Ma (Capaldi, dados inéditos), ocorrendo na área central do gráben Assunção-Sapucaí (Fig. 1). Esses corpos, encaixados em arenitos continentais silurianos da Formação Caacupé (Bellieni et al., 1986, e referências), apresentam grande diversidade petrográfica, variando de traquilbasaltos e basanitos a fonólitos e fonólitos peralcalinos e seus equivalentes intrusivos, isto é, gabros alcalinos e teralitos a nefelina sienitos.

Neste trabalho será dada ênfase à geoquímica dos tipos litológicos intermediários a básicos amostrados em nove ocorrências da área do gráben Assunção-Sapucaí (ASU) e, sistematicamente, exibindo tendência meta-aluminosa (i.e., razão molar $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$ menor que 1).

Análises representativas e médias composicionais dessas litologias acham-se projetadas nos diagramas de variação das Figuras 2 e 3, e análises selecionadas constam da Tabela 1. Três grupos principais são aparentes do exame da Figura 2: 1) shoshonítico (SHO), de ocorrência comum nos complexos e "plugs" ocidentais; 2) ultrapotássico (UK), correspondendo à associação III de Foley et al. (1987), dominante junto às ocorrências orientais; 3) intermediário (K), de composição entre os dois campos acima e de distribuição geral por toda a região.

Em termos gerais, os valores de mg, bem como os conteúdos de Ni e Cr, são relativamente baixos, e os tipos litológicos, que poderiam ser considerados como material mantélico primitivo, exibem textura cumulática. A destacar também que as variações encontradas nas concentrações dos elementos principais e traços num único complexo ou "plug" são controladas por processos de remoção ou acumulação de clinopiroxênio $\pm$ olivina $\pm$ biotita $\pm$ Ti-magnetita $\pm$

¹ Instituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica, Università di Palermo, Palermo, Itália.

² Dipartimento di Geofisica e Vulcanologia, Università di Napoli, Nápoles, Itália.

³ School of Earth Sciences, University of Melbourne, Melbourne, Austrália.

⁴ Instituto di Mineralogia e Petrografia, Università di Trieste, Trieste, Itália.

⁵ Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

⁶ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, Assunção, Paraguai.

⁷ Laboratorio di Geocronologia e Geochimica Isotopica, CNR, Pisa, Itália.

plagioclásio $\pm$ feldspatóides. Contudo, cristalização fracionada não consegue explicar as diferenças químicas existentes entre os grupos SHO + K e UK (Figs. 3 e 4). Note-se que, nos tipos SHO+K, Rb, Ba e Nb apresentam alta correlação positiva com K_2O e MgO , enquanto Zr e Y exibem conteúdos similares, respectivamente, 300 ($\pm$ 100) e 18 ($\pm$ 8) ppm, em ambos os grupos (SHO+K e UK). Em geral, a dispersão na distribuição de alguns elementos sugere para essas rochas uma origem ligada a fontes magmáticas distintas a níveis pouco profundos. No entanto, as variações químicas poderiam ser devidas também a atividades diferentes de H_2O e O_2 (F,P), responsáveis pela cristalização de biotita + apatita $\pm$ anfibólio (Comin-Chiaramonti et al., 1991).

As tendências geoquímicas observadas para o magmatismo potássico no Paraguai Centro-Oriental são muito similares às aquelas exibidas pelas rochas vulcânicas da Província Romana (RRTL - Barton, 1979; Civetta et al., 1987; Beccaluva et al., 1991). Nesta região, acredita-se que os tipos litológicos SHO, K e UK sejam derivados de mantos peridotíticos contaminados por material crustal submetido a processo de subducção.

A Figura 5 mostra, para tipos litológicos semelhantes, picos negativos para os elementos Ta-Nb, Zr e Ti e positivos para Sm e Tb, com as maiores diferenças residindo nas relações contrastantes de Rb/Ba e na anomalia negativa para Th junto às rochas do Paraguai (U), as quais exibem também razões LREE/HREE (Y) mais elevadas. O gráfico Ba/Nb vs. La/Nb (Fig. 6) evidencia que os dados relativos à crosta continental situam-se à margem do alinhamento reunindo o material associado ao gráben (ASU), RRTL, manto primitivo e E-MORB.

Ainda na Figura 6, verifica-se que a projeção dos valores de Nb/Zr vs. Th/Zr para as rochas paraguaias (ASU) se dá nos chamados "ambientes de subducção" de Beccaluva et al. (1991), mesmo que relacionado a rifting por extensão crustal. Isto sugere que as características químicas dessas rochas podem ser devidas a peridotitos do manto "metassomatizado", com fase(s) residual(ais) portadora(s) de Nb. Esta hipótese parece explicar a razão inicial $^{87}Sr/^{86}Sr$ relativamente alta e constante (média $0,7071 \pm 0,0003$) das rochas alcalinas potássicas do Paraguai Centro-Oriental, sem a necessidade de recorrer-se a processos envolvendo significativa contaminação crustal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTON, M. (1979) N.Yb.Miner.Abh., 137:113-134.
- BECCALUVA, L.; DI GIROLANO, P.; SERRI, G. (1991) Lithos, 26:191-221.
- BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUEZ, L.S.; MARTINEZ, L.A.; MELFI, A.J.; NARDY, A.J.R.; PICCIRILLO, E.M.; STOLFA, D. (1986) N. Yb.Miner.Abh., 154:111-139.
- BITSCHENE, P. (1987) Ph.D. Dissertation, Heidelberg University, 317p.
- CIVETTA, L.; FRANCALANCI, L.; MANETTI, P.; PECCERILLO, A. (1987) Acc. Lincei, 86:250-269.
- COMIN-CHIARAMONTI, P.; CUNDARI, A.; GOMES, C.B.; PICCIRILLO, E.M.; BELLINI, G.; VELAZQUEZ, V.F.; De MIN, A. (1991) Terra, 3, p.25.

FOLEY, S.F.; VENTURELLI, G.; GREEN, D.H.; TOSCANI, L. (1987) *Earth Sci.Rev.*, 24:81-134.

HUMPHERIS, S.E. & THOMPSON, G. (1983) *Earth Planet.Sci.Lett.*, 66:223-242.

Le MAITRE, R.W. (1989) *A classification of igneous rocks and glossary of terms*. Blackwell Sci.Publ., Oxford, 193p.

Le ROEX, A.P.; CLIFF, R.A.; ADAIR, B.J.I. (1990) *J.Petrol.*, 31:779-812.

PECCERILLO, A. & TAYLOR, S.R. (1976) *Contrib.Mineral.Petrol.*, 58:63-81.

SUN, S.S.; NESBITT, R.W.; SHARASKIN, A. (1979) *Earth Planet.Sci. Lett.*, 44:119-138.

WEAVER, V.L. (1991) *Geology*, 19:123-126.

WOOD, D.A.; TARNEY, J.; VARET, J.; SAUNDERS, A.D.; BOUGALT, H.; JORON, J.L.; TREVIL, M.; CANN, J.R. (1979) *Earth Planet.Sci.Lett.*, 42:77-97.

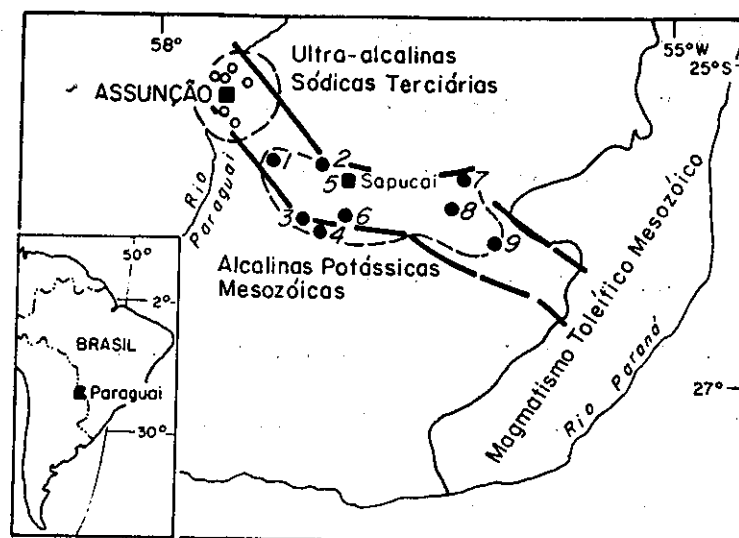


Figura 1 - Mapa esquemático mostrando a localização do gráben Assunção-Sapucaí e ocorrências alcalinas associadas. Número das ocorrências como na Tabela 1.

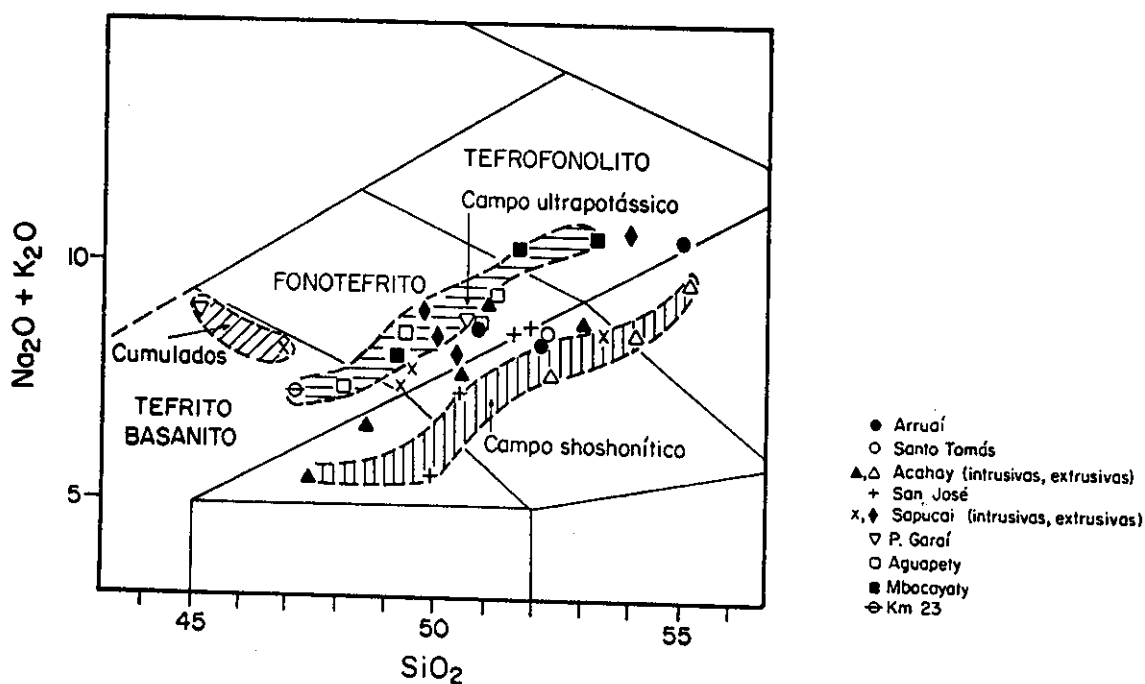


Figura 2 - Diagrama TAS ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2) com as subdivisões propostas por Le Maitre (1989). Áreas em hachuras segundo Peccerillo & Taylor (1976) e Foley (1987). Fonte de dados: este trabalho e Comin-Chiaramonti & De Min (inédito).

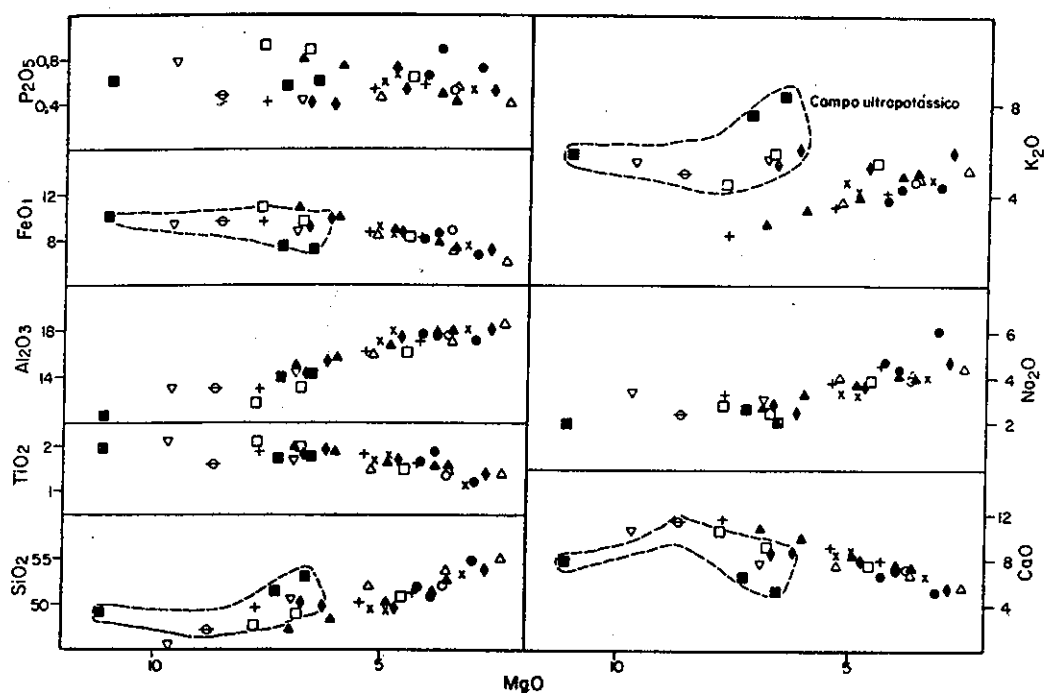


Figura 3 - Diagramas de variação (elementos principais vs. conteúdo de MgO como índice de diferenciação) para as rochas alcalinas do gráben Assunção-Sapucai. Símbolos como na Figura 2.

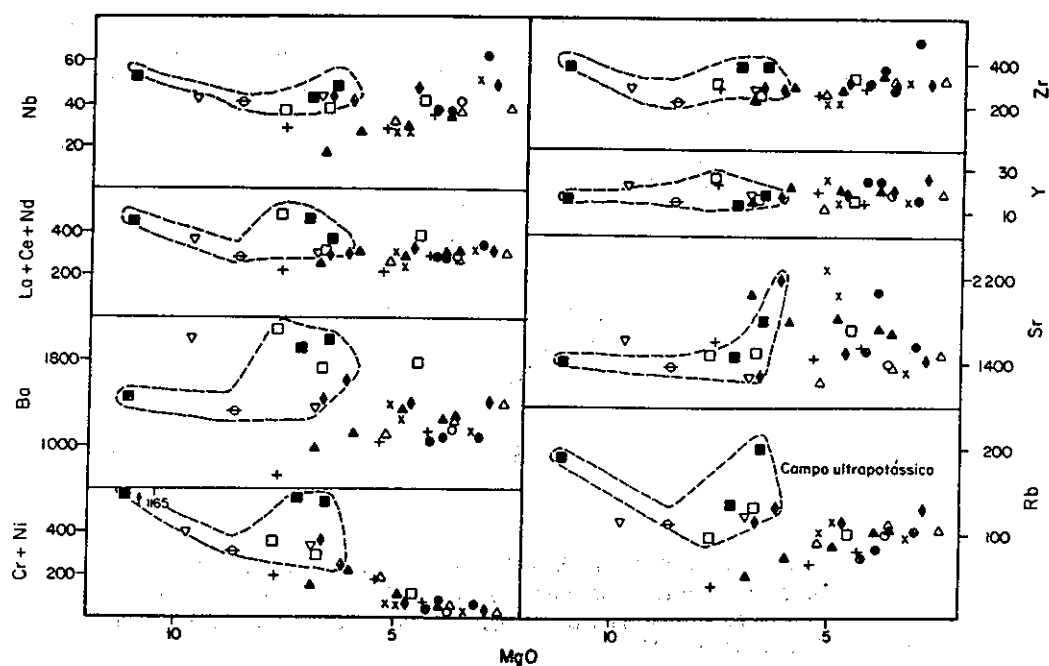


Figura 4 - Diagramas de variação (elementos traços vs. conteúdo do MgO como índice de diferenciação) para as rochas alcalinas do gráben Assunção-Sapucai. Símbolos como na Figura 2.

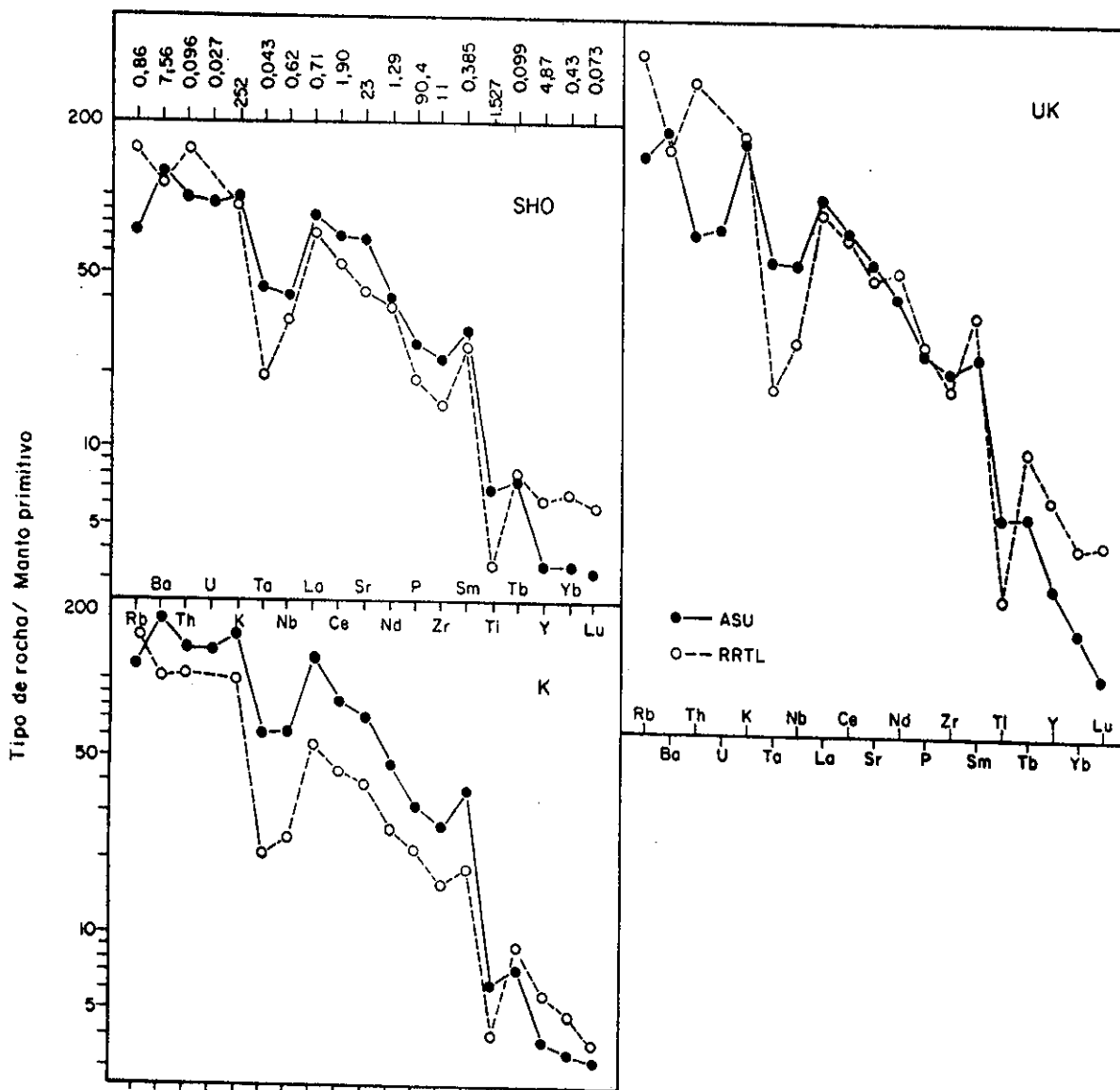


Figura 5 - Diagramas reunindo composições médias de rochas alcalinas do gráben Assunção-Sapucai e da Província Romana, normalizadas relativamente ao manto primitivo. SHO, K e UK correspondem, respectivamente, aos tipos litológicos shoshonítico, alcalino potássico e ultrapotássico. Dados para a Província Romana extraídos de Civetta et al. (1987) e Beccaluva et al. (1991).

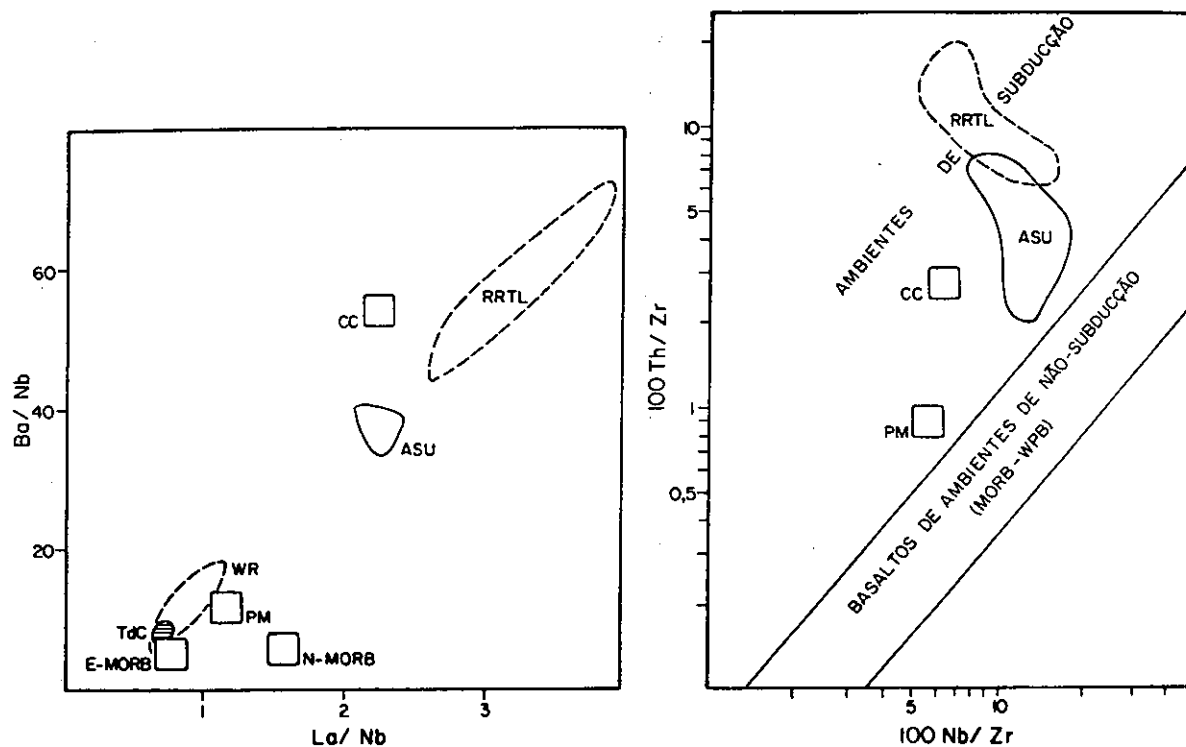


Figura 6 - Gráficos Ba/Nb vs. La/Nb e 100Th/Zr vs. 100Nb/Zr para os campos médios das rochas do gráben Assunção-Sapucaí e Província Romana, respectivamente, ASU e RRTL (cf. Fig.5). Fonte de dados: ASU (este trabalho, cf. Tabela 1), RRTL (Civetta et al., 1987; Beccaluva et al., 1991), CC (continental crust; Weaver, 1991), WR (Walvis Ridge; Humphreys & Thompson, 1983), TdC (Tristão da Cunha; Le Roex et al., 1990), PM (primordial mantle; Wood et al., 1979), N e E-MORB (Atlântico Sul; Sun et al., 1979).

Tabela 1 - Dados químicos e isotópicos para rochas de algumas ocorrências alcalinas do Paraguai.

	1	2	3		4	
	Arruaí	Santo Tomas	Acahay		San José	
	PS 204	3090	3341	3344	PS 233	PS 237
SiO ₂	54,97	52,17	47,41	52,32	51,55	49,85
TiO ₂	1,21	1,34	2,02	1,52	1,61	1,85
Al ₂ O ₃	17,27	17,71	15,00	16,23	17,02	13,02
Fe ₂ O ₃	1,02	1,27	1,65	1,30	1,24	1,44
FeO	5,84	7,24	9,41	7,43	7,06	8,23
MnO	0,15	0,18	0,18	0,16	0,15	0,18
MgO	3,12	3,71	6,89	5,24	4,29	7,68
CaO	5,24	7,34	11,06	7,66	8,01	11,80
Na ₂ O	6,09	3,91	2,78	3,99	4,53	3,36
K ₂ O	4,36	4,62	2,80	3,69	3,97	2,20
P ₂ O ₅	0,73	0,51	0,80	0,46	0,56	0,38
Fe ₂ O ₃	4,13	3,02	3,47	4,99	2,48	3,03
FeO	2,82	5,47	7,50	4,00	5,78	6,62
P.F.	2,51	1,71	1,03	1,04	1,20	0,99
Total	99,47	99,69	99,17	100,17	99,31	99,27
mg	0,488	0,477	0,566	0,557	0,520	0,629
I.A.	0,85	0,65	0,51	0,65	0,69	0,61
K ₂ O/Na ₂ O	0,72	1,18	1,01	0,93	0,88	0,66
Cr	42	22	115	155	57	153
Ni	25	13	44	50	22	47
So	10,9	-	36,5	23,9	25,8	39,4
Rb	103	100	53	92	81	41
Sr	1662	1409	1856	1224	1555	1597
Zr	498	267	224	225	277	282
Nb	62	41	16	31	34	28
Ta	8,4	5,1	1,8	2,3	2,6	1,5
Ba	1094	1186	1003	1117	1142	729
Th	24,5	11,9	15,6	4,8	9,1	8
U	6	-	4,5	1,3	2,4	1,8
Y	15,9	19	15,6	11,4	15,2	23
La	106,4	79	58,7	68	81,1	52
Ce	209,6	146	144,9	147	154,7	106
Pr	20,3	-	14,7	12,9	15	-
Nd	68,7	60	59,4	44,1	54,2	50
Sm	16,6	9,4	11,8	12,1	13	10
Eu	2,7	1,9	3,1	2,4	2,6	1,9
Gd	3,1	3,9	4,7	6,4	4,1	5
Tb	0,53	-	0,77	0,71	0,6	0,8
Dy	3,2	3,6	4,1	3,09	3,21	-
Ho	0,8	-	0,84	0,65	0,72	-
Er	2,11	1,81	1,62	2,01	1,77	-
Tm	0,29	-	0,26	0,27	0,28	-
Yb	1,6	1,48	1,4	1,41	1,62	1,6
Lu	0,23	0,21	0,225	0,247	0,268	0,25
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	0,70718(6)	0,70800(6)			0,70731(3)	
Ro (120 Ma)	0,70685	0,70694			0,70705	
¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd					0,51190(3)	

Tabela 1 - conclusão.

	5 Sapucaí		6 Garay	7 Aguapety	8 Mbocayaty	9 Cerro Km 23 25(a)
	PS 30	PS 31	PS 245	PS 284	PS 263	
SiO ₂	49,35	53,90	45,11	49,35	53,26	47,03
TiO ₂	1,78	1,43	2,08	1,95	1,81	1,80
Al ₂ O ₃	18,12	18,29	13,11	13,19	14,32	12,98
Fe ₂ O ₃	1,30	0,99	1,42	1,47	1,11	1,49
FeO	7,42	5,67	8,10	8,42	6,32	8,50
MnO	0,18	0,14	0,19	0,17	0,11	0,18
MgO	4,87	2,84	9,75	6,76	6,57	8,70
CaO	8,94	5,64	10,55	9,28	5,41	11,71
Na ₂ O	3,15	4,63	3,41	2,80	2,10	2,43
K ₂ O	4,22	5,95	5,53	5,83	8,38	4,90
P ₂ O ₅	0,68	0,51	0,77	0,88	0,61	0,47
Fe ₂ O ₃	3,02	3,22	4,45	2,56	3,30	3,76
FeO	5,67	3,55	5,15	7,24	4,11	6,27
P.F.	0,83	0,88	1,23	1,25	2,17	0,99
Total	98,90	99,22	99,31	99,29	99,38	99,28
mg	0,539	0,472	0,682	0,589	0,649	0,646
i.A.	0,54	0,77	0,88	0,81	0,87	0,72
K ₂ O/Na ₂ O	1,34	1,29	1,62	2,28	3,99	2,02
Cr	37	25	288	241	429	250
Ni	15	9	109	56	131	60
So	26	9,9	36,8	32,4	56,3	-
Rb	116	128	114	136	203	115
Sr	1853	514	1624	1507	1811	1385
Zr	213	291	279	252	382	207
Nb	26	48	41	38	48	39
Ta	1,4	1,8	3,1	2,8	3,2	-
Ba	1268	1425	1958	1741	1995	1331
Th	8,5	12,7	6,6	6,2	9,8	9
U	1,9	2,9	1,7	1,9	3,1	-
Y	15	26,3	22	18,4	19	15
La	66,2	98,9	106,3	83	108	71
Ce	129,1	151,4	177,5	163,5	197	146
Pr	12	19,3	27	-	-	-
Nd	45,3	60,3	78,4	66,3	65	59
Sm	13,7	14,9	21,3	11,1	12,9	9,6
Eu	2,5	2,6	2,5	3	2,5	2,6
Gd	7,3	5,5	5,5	5,8	4,3	5,4
Tb	0,9	0,67	0,93	0,7	0,79	0,61
Dy	3,25	3,29	3,7	3,78	3,5	3,7
Ho	0,79	0,72	1,13	-	-	-
Er	2,27	2,01	2,2	1,47	1,2	1,3
Tm	0,28	0,35	0,34	-	-	-
Yb	1,3	1,53	1,3	1,16	1	1,1
Lu	0,222	0,257	0,249	0,112	0,12	0,14
⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr			0,70737(3)	0,70745(2)	0,70773(2)	0,70737(3)
Ro (120 Ma)			0,70702	0,70700	0,70718	0,70696
¹⁴³ Nd/ ¹⁴⁴ Nd			0,51182			