

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
CPRM

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
SGB

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS  
DGH

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
DEGEO

PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL  
PLGB

PROGRAMA GRANDE CARAJÁS

COORDENAÇÃO NACIONAL DE LITOGEOQUÍMICA



J 99  
J. 2004

**DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS  
ROCHAS GRANÍTICAS, SUPRACRUSTAIS (UNIDADES  
INAJÁ E QUATIPURU) E DIABÁSIOS MESOZÓICOS DA  
FOLHA REDENÇÃO  
(SC.22-X-A)  
1:250.000  
ESTADO DO PARÁ**

**EMILIANO CORNÉLIO DE SOUZA  
COL. ESPECIAL:  
GEOL. JOÃO HENRIQUE  
FLAVIO WOLFF  
ELEN B. A. DE SOUZA**

RIO DE JANEIRO - NOVEMBRO DE 1995

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
CPRM**

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
SGB**

**DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS  
DGH**

**DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
DEGEO**

**PROGRAMA LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL  
PLGB**

**PROGRAMA GRANDE CARAJÁS**

**COORDENAÇÃO NACIONAL DE LITOGEOQUÍMICA**

**DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS  
ROCHAS GRANÍTICAS, SUPRACRUSTAIS  
(U. INAJÁ E QUATIPURU) E DIABÁSIOS  
MESOZÓICOS DA FOLHA REDENÇÃO  
(SC.22-XA).  
1:250.000  
ESTADO DO PARÁ**

**EMILIANO CORNÉLIO DE SOUZA  
COL. ESP.: GEOL. JOÃO HENRIQUE  
FLÁVIO WOLFF**

**ELEN B. A. DE SOUZA**

**RIO DE JANEIRO - NOVEMBRO 1995**

## DADOS QUÍMICIS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITOIDES E SUPRA CRUSTAIS DA FOLHA REDENÇÃO

### 1. TONALITO ARCO VERDE

As características litogeoquímicas dessa unidade estão baseadas nos dados químicos coligidos na tabela 1 relativos a 25 (vinte cinco) espécimes de rochas distribuídas espacialmente conforme mostra a figura 1 e, cujos estudos petrográficos indicam trata-se sobretudo de tonalitos e subordinadamente granodioritos (tabela 2).

Dentre os óxidos principais dos elementos maiores observa-se uma ampla variação de  $\text{SiO}_2$ , com percentuais na faixa de 66 a 76%, do que decorrem valores correspondentes dos índices ID na faixa de 70-90; somatórios de ferro-magnesianos ( $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{MnO}$ ) superiores a 5%;  $\text{MgN}$  com valor médio de 0,5, enquanto os percentuais de  $\text{CaO}$  são, em sua grande maioria, sempre superiores a 2%. O grau de oxidação do ferro é alto, verificando-se que as razões  $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  são superiores a 1. Os percentuais dos álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ) e os valores dos índices PALK indicam trata-se de rochas não alcalinas e predominantemente sódicas, fato também corroborado pelos altos percentuais de Ab normativa. São rochas tipicamente metaluminosas a levemente aluminosas, conforme se depreende dos baixos valores do índice PAL, sempre inferiores a 1,1. Nos diagramas do tipo Harker da figura 3, indicando as relações desses diversos óxidos com sílica, chama-nos a atenção a distribuição caótica dos pontos no diagrama  $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$  com forte espalhamento dos pontos e uma concentração algo anômala e alta relativa as amostras com baixos percentuais de  $\text{SiO}_2$ , tratando-se provavelmente de fenômeno de feldspatização relacionada a processo metassomático ligado aos fenômenos de cisalhamento característico do sítio de onde provem as amostras estudadas dessa unidade. Os percentuais de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{P}_2\text{O}_5$  guardam uma certa correlação negativa com os percentuais de  $\text{SiO}_2$  enquanto o  $\text{Na}_2\text{O}$  permanece sem grandes variações com o aumento de sílica.

Na figura 2, representando um dendrograma gerado a partir dos percentuais dos óxidos dos elementos maiores, observa-se basicamente três subconjuntos de amostras, numerados de 1 a 3, apresentando o primeiro padrões do tipo tonalítico, o segundo, representando a maioria das amostras, tem padrões do tipo trondhjemitico, restando ao terceiro padrões mais discrepantes do ponto de vista químico.

Na tentativa de se avaliar a classificação químico-mineralógica das rochas da unidade, tendo-se em mente as limitações devidas aos processos metassomáticos decorrentes do cisalhamento que lhes afetou, aplicou-se os diagramas P x Q de DEBON & Le FORT (1983), figura 4 e o Ab-An-Or normativos, conforme indicados na figura 5. Constata-se uma marcante distribuição dos pontos nos campos dos trondhjemitos e dos tonalitos e, de maneira bastante subordinada, ocorrem quatro amostras no campo dos granodioritos e apenas uma amostra no campo dos granitos.

A aplicação do diagrama Ax B de DEBON & LeFORT (1983), conforme mostrado na figura 6, indica o caráter eminentemente metaluminoso das rochas da unidade em questão, fato também coerente com os valores dos índices PAL sempre inferiores a 1,1. Este diagrama mostra ainda a natureza mesocrática dessas rochas, havendo apenas três pontos no campo dos granitoides leucocráticos.

A natureza tonalítico/trondhjemitica a levemente cálcio alcalina dessas rochas pode ser visualizada no diagrama  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ , figura 7, fato corroborado no diagrama  $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$  versus  $\text{SiO}_2$  da figura 8. No diagrama K- C -N da

figura 9 o posicionamento de um número expressivo de amostras no campo cálcio alcalino pode indicar mais o caráter metassomático com enriquecimento em potássio das rochas em questão, em decorrência do cisalhamento em regime dúctil/rúptil que afetou as unidades da região estudada. De qualquer forma os diagramas das figuras 7 e 8, devidos respectivamente a BROWN (1982) e ROGERS & GREENBERG (1981), além de confirmarem as conclusões derivadas da interpretação das relações  $K_2O-CaO-Na_2O$  indicam também o caráter imaturo dessas rochas relativamente a sua posição em um arco magmático, o que é de novamente coerente com os baixos valores dos índices IP (muito inferiores a 1), segundo ENGEL (1974).

Os elementos-traço do tipo LILE (Rb, Ba e Sr) guardam uma boa correlação com os percentuais dos minerais normativos (or, ab e an) bem como podem refletir a composição mineralógica real dessas rochas vistas ao microscópio. De modo geral os teores de Rb são baixos relativamente aos teores de Ba e de Sr do que resultam relações Ba/Rb sempre altas e superiores a 1, enquanto as razões Rb/Sr, ao contrário, são inferiores a 1, fato que segundo HARRIS & INGER (1991) é indicativo de fusão em presença de vapor. Estes padrões são comparáveis com aqueles dos "high-Ca granites" definidos por MEYER et al (1994) na região arqueana de Barberton, África do Sul. As razões K/Rb mostram fortes dispersões, provavelmente em consequência do variado metassomatismo potássico referido anteriormente. Quanto aos elementos do tipo HFSE verifica-se que os teores de Zr são relativamente baixos quando comparados com as concentrações dos granitos ricos em Ca e se equivalem aos padrões de granitoides arqueanos. Não obstante, são frequentes nas paragêneses dessas rochas a presença de minerais como zirco, allanita, titanita e apatita, mineralogia esta característica dos granitos do tipo I.

Na tabela 3 procurou-se destacar em tres grupos os dados relativos aos elementos de terras raras analisados em 17 (dezessete) amostras, para as quais estão apresentadas na figura 10 as curvas normalizadas segundo o padrão do condrito CI de SUN & McDONOUGH (1989).

No conjunto geral dos dados e das curvas, estas vistas segundo os envelopes ou segundo os arranjos dos grupos I, II e III, destacam-se, fundamentalmente, os seguintes aspectos: as altas razões La/Yb (11 - 192), sobretudo nas 11 (onze) amostras do grupo 1; fortes depleções dos ETRP (elementos de terras raras pesadas) ou terras raras ítricas dando ao ramo da direita o formato de bengala com concavidade para cima; frequentes anomalias negativas de Eu e baixos somatórios dos ETR. As amostras que integram as curvas do grupo 3 se destacam pelas anomalias positivas de európio e baixos somatórios de ETR. Por outro lado, as amostras do grupo 2, embora ainda classificadas como tonalitos, possuem os mais altos valores de anomalia negativa de európio, os mais altos somatórios de ETR além dos mais altos teores de terras raras céricas, sobretudo La e Ce. Esses parâmetros aqui arrolados são característicos de associações graníticas arqueanas/proterozóicas do tipo TTG. As frequentes anomalias negativas de európio aliadas as fortes depleções das terras ítricas que as rochas em questão teriam sido geradas a partir de processo de anatexia de um protólito do tipo anfíbolito com granada e quartzo ou um eclogito. Possivelmente as amostras do grupo 3, (AV-21A, 91 e 81), com anomalias positivas de Eu podem representar frações residuais dessa anatexia para a qual os representantes mais evoluídos seriam as amostras do grupo 2 (AV-137, AN-80 e AN-45A).

Quanto ao peleoambiente geotectônico, onde ter-se-iam formados as rochas da unidade Tonalito Arco Verde, pode-se inferir a partir da figura 11 um regime eminentemente compressivo do tipo colisional pre-placa ou, em outras palavras,

ambiente de subducção com um arco magmático bastante imaturo. Segundo a concepção de BARBARIN (1990) o Tonalito Arco Verde seria classificado no tipo T<sub>IA</sub>, ou seja granitoide toleítico de arco de ilha e de origem eminentemente mantélica.

TABELA 1. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITOIDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO).

	AV-31B	AV-137B	AV-16	AV-91	AV-72A	AN-80	AV-90	AV-143	AV-81	AV-85	AV-47A	AV-69
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	64,30	66,00	67,30	68,30	68,40	68,50	68,70	68,80	68,90	69,30	69,30	69,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,00	16,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,60	15,10	15,10	15,10	15,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,90	2,70	2,70	2,90	3,60	2,10	2,20	2,70	2,80	2,00	2,10	2,80
FeO	1,00	1,50	1,30	1,30	0,51	1,90	1,10	1,40	1,00	1,00	0,45	0,90
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	1,50	1,00	1,60	0,91	1,10	1,20	1,50	1,40	1,40	1,90	1,20	1,20
CaO	4,30	4,20	3,40	3,40	3,60	2,70	3,10	3,60	3,40	2,50	3,10	3,40
Na <sub>2</sub> O	5,10	5,40	4,30	4,90	4,60	4,50	4,10	4,60	4,30	4,30	4,30	4,60
K <sub>2</sub> O	1,50	1,20	1,80	1,60	1,30	2,30	2,70	1,30	1,60	2,40	2,90	0,97
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,42	0,31	0,21	0,21	0,52	0,31	0,42	0,10	0,31	0,31	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	0,18	0,13	0,10	0,11	0,48	0,13	0,10	0,10	0,10	0,13	0,13
H <sub>2</sub> O+	0,10	0,00	0,23	0,23	0,24	0,00	0,14	0,00	0,21	0,13	0,13	0,23
FF	1,10	0,86	1,40	0,92	1,40	1,10	0,79	0,82	1,30	0,53	0,64	0,90
Total	99,54	99,61	99,62	99,92	100,22	99,56	99,42	99,79	100,26	99,62	99,71	99,99
Ba	280	520	780	750	580	1140	2000	320	1860	1000	1100	350
Sr	320	480	270	330	320	340	480	215	280	340	410	280
Zr	193	-	153	193	66	-	126	-	94	66	124	114
Rb	233	-	94	65	74	180	91	-	82	183	46	77
Ba/Rb	1,20	-	8,30	11,54	7,84	6,33	21,98	-	22,68	5,46	23,91	4,55
Rb/Sr	0,73	-	0,35	0,20	0,23	0,53	0,19	-	0,29	0,54	0,11	0,28
Rb/Zr	1,21	-	0,61	0,34	1,12	-	0,72	-	0,87	2,77	0,37	0,68
K/Rb	78	-	231	297	212	154	357	-	235	158	759	152
La	-	56,05	18,92	6,21	15,98	54,53	-	25,65	15,71	-	-	16,61
Ce	-	118,10	41,45	14,88	32,84	97,50	-	46,46	31,37	-	-	35,26
Nd	-	49,99	17,18	5,82	14,93	34,07	-	18,16	10,51	-	-	12,79
Sm	-	6,83	2,87	1,09	3,02	4,30	-	3,28	1,57	-	-	2,02
Eu	-	1,39	0,61	0,43	0,58	0,66	-	0,78	0,53	-	-	0,52
Gd	-	3,42	1,96	0,63	2,11	2,31	-	2,45	0,89	-	-	1,42
Dy	-	2,04	1,54	0,48	1,71	1,38	-	2,46	0,61	-	-	0,97
Ho	-	0,37	0,30	0,08	0,32	0,24	-	0,50	0,12	-	-	0,18
Er	-	0,83	0,77	0,20	0,77	0,53	-	1,43	0,31	-	-	0,42
Yb	-	0,51	0,70	0,20	0,57	0,43	-	1,14	0,26	-	-	0,37
La	-	0,07	0,09	0,03	0,09	0,10	-	0,16	0,05	-	-	0,08
SUM (ETR)	-	240	86	30	73	196	-	102	62	-	-	71
Eu/Eu*	-	0,79	0,75	1,48	0,66	0,58	-	0,81	1,26	-	-	0,89
(Gd/Yb)N	-	5,35	2,26	2,55	2,98	4,31	-	1,73	2,78	-	-	3,09
(La/Yb)N	-	73,04	18,19	20,98	18,85	84,81	-	15,07	40,78	-	-	30,05
(La/Sm)N	-	5,16	4,15	3,58	3,32	7,98	-	4,91	6,28	-	-	5,16
q	18,00	20,24	25,79	24,84	28,12	27,23	26,35	27,54	29,04	27,42	25,66	30,67
or	9,03	7,18	10,86	9,58	7,79	13,80	16,20	7,76	9,57	14,33	17,32	5,79
ab	43,96	46,30	37,16	42,02	39,48	38,67	35,23	39,35	36,84	36,77	36,78	39,37
an	16,64	16,36	16,36	14,68	16,95	10,41	13,67	15,52	16,41	11,87	13,48	16,20
mt	2,98	2,82	2,68	2,51	1,05	2,97	2,66	2,81	2,97	2,65	1,40	2,31
il	1,00	0,80	0,60	0,40	0,40	1,00	0,59	0,80	0,19	0,59	0,59	0,40
ap	0,41	0,43	0,31	0,24	0,26	1,15	0,31	0,24	0,24	0,23	0,31	0,31
ID	71	74	74	76	74	80	78	75	74	79	82	74
IP	0,29	0,22	0,42	0,33	0,28	0,51	0,65	0,28	0,37	0,56	0,67	0,21
PAL	0,90	0,90	0,99	0,95	0,97	0,96	0,95	0,94	1,01	1,06	0,95	1,02
PALK	0,63	0,63	0,60	0,65	0,59	0,70	0,66	0,61	0,58	0,64	0,68	0,57
MgN	0,51	0,41	0,55	0,40	0,50	0,44	0,58	0,50	0,54	0,65	0,62	0,52

TABELA 1A (CONT.) - DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITOIDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO)

	AV-20A	AV-171	AV-92	AV-136	AV-78	AN-46	AV-45B	AV-135	AN-45A	AV-67	AV-131	AV-21A	AN-21
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO <sub>2</sub>	70,10	70,30	70,50	70,60	70,60	71,30	71,90	72,10	72,50	72,90	73,30	73,30	76,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,20	13,70	14,60	13,20	14,20	11,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,90	2,00	1,30	1,80	1,80	2,40	2,30	1,40	1,70	0,87	2,10	0,92	1,20
FeO	0,46	0,53	0,48	0,93	0,85	0,81	0,26	0,85	0,67	0,23	0,33	0,33	1,20
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	0,81	0,81	0,33	3,20	1,20	0,50	0,80	1,00	0,60	0,25	0,81	0,20	1,30
CaO	2,10	2,80	3,40	1,20	3,10	3,40	2,60	3,00	2,20	2,50	2,50	1,30	2,20
Na <sub>2</sub> O	4,90	4,60	4,90	5,10	5,00	4,90	4,90	4,80	5,10	5,10	3,70	4,30	3,00
K <sub>2</sub> O	2,70	2,70	3,60	0,73	1,30	0,97	0,85	1,50	1,50	1,80	2,40	3,40	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,21	0,10	0,12	0,21	0,21	0,21	0,36	0,21	0,10	0,36	0,10	0,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,10	0,11	0,71	0,10	0,40	0,08	0,10	0,37	0,04	0,08	0,05	0,09
H <sub>2</sub> O+	0,18	0,13	0,14	0,10	0,12	0,01	0,20	0,10	0,00	0,15	0,10	0,00	0,13
FF	1,00	0,58	1,00	0,10	0,72	0,91	0,20	0,53	0,79	1,40	1,00	1,20	0,16
Total	99,59	99,91	101,01	99,74	100,15	100,06	98,95	99,99	99,39	99,99	99,93	99,35	99,15
Ba	920	940	2000	330	570	600	420	460	320	700	560	1625	540
Sr	260	360	360	360	320	430	75	200	240	280	150	320	110
Zr	145	217	254	161	125	1	247	139	-	75	253	95	191
Rb	123	133	78	41	58	149	268	49	331	74	111	235	123
Ba/Rb	7,48	7,07	25,64	8,05	9,83	4,03	1,57	9,39	0,97	9,46	5,05	6,91	4,39
Rb/Sr	0,47	0,37	0,22	0,11	0,18	0,35	3,57	0,25	1,38	0,26	0,74	0,73	1,12
Rb/Zr	0,85	0,61	0,31	0,25	0,46	149,00	1,09	0,35	-	0,99	0,44	2,47	0,64
K/Rb	264	245	556	214	270	78	38	369	55	293	260	174	147
La	16,48	-	35,01	-	16,65	21,69	24,48	-	43,62	14,61	-	13,49	19,89
Ce	33,54	-	68,57	-	37,86	39,03	40,07	-	86,36	23,79	-	27,70	38,66
Nd	12,32	-	20,26	-	12,17	12,11	14,48	-	28,90	9,79	-	8,63	14,68
Sm	2,22	-	2,55	-	1,84	1,72	1,81	-	5,10	1,78	-	1,38	2,80
Eu	0,51	-	0,52	-	0,35	0,41	0,46	-	0,49	0,36	-	0,48	0,53
Gd	1,61	-	1,38	-	1,26	0,79	0,89	-	3,39	1,31	-	1,01	2,05
Dy	1,25	-	0,73	-	0,69	0,35	0,58	-	2,42	0,97	-	0,95	1,97
Ho	0,23	-	0,12	-	0,12	0,05	0,11	-	0,42	0,18	-	0,19	0,41
Er	0,57	-	0,36	-	0,30	0,09	0,28	-	0,82	0,47	-	0,58	1,25
Yb	0,48	-	0,31	-	0,19	0,07	0,29	-	0,52	0,46	-	0,63	1,13
La	0,09	-	0,05	-	0,03	0,01	0,06	-	0,06	0,12	-	0,11	0,16
SUM (ETR)	69	-	130	-	72	76	84	-	172	54	-	55	84
Eu/Eu*	0,80	-	0,78	-	0,68	0,94	0,99	-	0,34	0,69	-	1,21	0,64
(Gd/Yb)N	2,69	-	3,61	-	5,26	8,46	2,48	-	5,26	2,28	-	1,28	1,46
(La/Yb)N	22,89	-	76,23	-	57,93	192,63	56,39	-	56,51	21,12	-	14,25	11,80
(La/Sm)N	4,66	-	8,64	-	5,68	7,94	8,51	-	5,38	5,15	-	6,13	4,46
q	26,21	26,65	22,42	33,51	33,51	28,59	32,54	31,32	32,99	31,33	36,69	32,94	47,31
or	16,21	16,08	21,30	4,33	4,33	7,73	5,78	8,92	8,99	10,80	14,35	20,47	8,96
ab	42,13	39,24	41,51	43,35	43,35	42,60	41,81	40,87	43,76	43,83	31,68	37,06	25,67
an	10,05	12,68	8,58	0,00	0,00	14,82	14,00	12,85	8,61	11,81	12,02	6,23	10,44
mt	1,44	1,95	1,25	2,62	2,62	2,14	2,01	1,70	1,57	0,45	0,72	0,78	1,76
il	0,40	0,40	0,19	0,22	0,22	0,40	0,40	0,68	0,40	0,19	0,69	0,19	0,80
ap	0,19	0,23	0,26	1,21	1,21	0,23	0,95	0,23	0,88	0,09	0,19	0,12	0,21
ID	86	83	86	80	79	80	83	83	87	86	84	91	82
IP	0,55	0,59	0,73	0,14	0,26	0,19	0,17	0,31	0,29	0,35	0,65	0,79	0,50
PAL													

TABELA 1. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITOÍDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO).

	AV-31B	AV-137B	AV-16	AV-91	AV-72A	AN-80	AV-90	AV-143	AV-81	AV-85	AV-47A	AV-69
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	64,30	66,00	67,30	68,30	68,40	68,50	68,70	68,80	68,90	69,30	69,30	69,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,00	16,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,60	15,10	15,10	15,10	15,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,90	2,70	2,70	2,90	3,60	2,10	2,20	2,70	2,80	2,00	2,10	2,80
FeO	1,00	1,50	1,30	1,30	0,51	1,90	1,10	1,40	1,00	1,00	0,45	0,90
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	1,50	1,00	1,60	0,91	1,10	1,20	1,50	1,40	1,40	1,90	1,20	1,20
CaO	4,30	4,20	3,40	3,40	3,60	2,70	3,10	3,60	3,40	2,50	3,10	3,40
Na <sub>2</sub> O	5,10	5,40	4,30	4,90	4,60	4,50	4,10	4,60	4,30	4,30	4,30	4,60
K <sub>2</sub> O	1,50	1,20	1,80	1,60	1,30	2,30	2,70	1,30	1,60	2,40	2,90	0,97
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,42	0,31	0,21	0,21	0,52	0,31	0,42	0,10	0,31	0,31	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	0,18	0,13	0,10	0,11	0,48	0,13	0,10	0,10	0,13	0,13	0,13
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,10	0,00	0,23	0,23	0,24	0,00	0,14	0,00	0,21	0,13	0,13	0,23
PF	1,10	0,86	1,40	0,92	1,40	1,10	0,79	0,82	1,30	0,53	0,64	0,90
Total	99,54	99,61	99,62	99,92	100,22	99,56	99,42	99,79	100,26	99,62	99,71	99,99
Ba	280	520	780	750	580	1140	2000	320	1860	1000	1100	350
Sr	320	480	270	330	320	340	480	215	280	340	410	280
Zr	193	-	153	193	66	-	126	-	94	66	124	114
Rb	233	-	94	65	74	180	91	-	82	183	46	77
Ba/Rb	1,20	-	8,30	11,54	7,84	6,33	21,98	-	22,68	5,46	23,91	4,55
Rb/Sr	0,73	-	0,35	0,20	0,23	0,53	0,19	-	0,29	0,54	0,11	0,28
Rb/Zr	1,21	-	0,61	0,34	1,12	-	0,72	-	0,87	2,77	0,37	0,68
K/Rb	78	-	231	297	212	154	357	-	235	158	759	152
La	-	56,05	18,92	6,21	15,98	54,53	-	25,65	15,71	-	16,61	-
Ce	-	118,10	41,45	14,88	32,84	97,50	-	46,46	31,37	-	35,26	-
Nd	-	49,99	17,18	5,82	14,93	34,07	-	18,16	10,51	-	12,79	-
Sm	-	6,83	2,87	1,09	3,02	4,30	-	3,28	1,57	-	2,02	-
Eu	-	1,39	0,61	0,43	0,58	0,66	-	0,78	0,53	-	0,52	-
Gd	-	3,42	1,96	0,63	2,11	2,31	-	2,45	0,89	-	1,42	-
Dy	-	2,04	1,54	0,48	1,71	1,38	-	2,46	0,61	-	0,97	-
Ho	-	0,37	0,30	0,08	0,32	0,24	-	0,50	0,12	-	0,18	-
Er	-	0,83	0,77	0,20	0,77	0,53	-	1,43	0,31	-	0,42	-
Yb	-	0,51	0,70	0,20	0,57	0,43	-	1,14	0,26	-	0,37	-
Lu	-	0,07	0,09	0,03	0,09	0,10	-	0,16	0,05	-	0,08	-
SUM (ETR)	-	240	86	30	73	196	-	102	62	-	71	-
Eu/Eu*	-	0,79	0,75	1,48	0,66	0,58	-	0,81	1,26	-	0,89	-
(Gd/Yb)N	-	5,35	2,26	2,55	2,98	4,31	-	1,73	2,78	-	3,09	-
(La/Yb)N	-	73,04	18,19	20,98	18,85	84,81	-	15,07	40,78	-	30,05	-
(La/Sm)N	-	5,16	4,15	3,58	3,32	7,98	-	4,91	6,28	-	5,16	-
q	18,00	20,24	25,79	24,84	28,12	27,23	26,35	27,54	29,04	27,42	25,66	30,67
or	9,03	7,18	10,86	9,58	7,79	13,80	16,20	7,76	9,57	14,33	17,32	5,79
ab	43,96	46,30	37,16	42,02	39,48	38,67	35,23	39,35	36,84	36,77	36,78	39,37
an	16,64	16,36	16,36	14,68	16,95	10,41	13,67	15,52	16,41	11,87	13,48	16,20
mt	2,98	2,82	2,68	2,51	1,05	2,97	2,66	2,81	2,97	2,65	1,40	2,31
il	1,00	0,80	0,60	0,40	0,40	1,00	0,59	0,80	0,19	0,59	0,59	0,40
ap	0,41	0,43	0,31	0,24	0,26	1,15	0,31	0,24	0,24	0,23	0,31	0,31
ID	71	74	74	76	74	80	78	75	74	79	82	74
IP	0,29	0,22	0,42	0,33	0,28	0,51	0,65	0,28	0,37	0,56	0,67	0,21
PAL	0,90	0,90	0,99	0,95	0,97	0,96	0,95	0,94	1,01	1,06	0,95	1,02
PALK	0,63	0,63	0,60	0,65	0,59	0,70	0,66	0,61	0,58	0,64	0,68	0,57
MgN	0,51	0,41	0,55	0,40	0,50	0,44	0,58	0,50	0,54	0,65	0,62	0,52

TABELA 1A (CONT.) - DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANITOÍDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO)

	AV-20A	AV-171	AV-92	AV-136	AV-78	AN-46	AV-45B	AV-135	AN-45A	AV-67	AV-131	AV-21A	AN-21
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO <sub>2</sub>	70,10	70,30	70,50	70,60	70,60	71,30	71,90	72,10	72,50	72,90	73,30	73,30	76,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,20	13,70	14,60	13,20	14,20	11,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,90	2,00	1,30	1,80	1,80	2,40	2,30	1,40	1,70	0,87	2,10	0,92	1,20
FeO	0,46	0,53	0,48	0,93	0,85	0,81	0,26	0,85	0,67	0,23	0,33	0,33	1,20
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	0,81	0,81	0,33	3,20	1,20	0,80	0,80	1,00	0,60	0,25	0,81	0,20	1,30
CaO	2,10	2,80	3,40	1,20	3,10	3,40	2,60	3,00	2,20	2,50	2,50	1,30	2,20
Na <sub>2</sub> O	4,90	4,60	4,90	5,10	5,00	4,90	4,90	4,90	5,10	5,10	3,70	4,30	3,00
K <sub>2</sub> O	2,70	2,70	3,60	0,73	1,30	0,97	0,85	1,50	1,50	1,80	2,40	3,40	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,21	0,10	0,12	0,21	0,21	0,21	0,36	0,21	0,10	0,36	0,10	0,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,10	0,11	0,71	0,10	0,40	0,08	0,10	0,37	0,04	0,08	0,05	0,09
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0,18	0,13	0,14	0,10	0,12	0,01	0,20	0,10	0,00	0,15	0,10	0,00	0,13
PF	1,00	0,58	1,00	0,10	0,72	0,91	0,20	0,53	0,79	1,40	1,00	1,20	0,16
Total	99,59	99,91	101,01	99,74	100,15	100,06	98,95	99,99	99,39	99,99	99,93	99,35	99,15
Ba	920	940	2000	330	570	600	420	460	320	700	560	1625	540
Sr	260	360	360	360	320	430	75	200	240	280	150	320	110
Zr	145	217	254	161	125	1	247	139	75	253	95	191	123
Rb	123	133	78	41	58	149	268	49	331	74	111	235	123
Ba/Rb	7,48	7,07	25,64	8,05	9,83	4,03	1,57	9,39	0,97	9,46	5,05	6,91	4,39
Rb/Sr	0,47	0,37	0,22	0,11	0,18	0,35	3,57	0,25	1,38	0,26	0,74	0,73	1,12
Rb/Zr	0,85	0,61	0,31	0,25	0,46	149,00	1,09	0,35	0,99	0,44	2,47	0,64	0,64
K/Rb	264	245	556	214	270	78	38	369	55	293	260	174	147
La	16,48	-	35,01	-	16,65	21,69	24,48	-	43,62	14,61	-	13,49	19,89
Ce	33,54	-	68,57	-	37,86	39,03	40,07	-	86,36	23,79	-	27,70	38,66
Nd	12,32	-	20,26	-	12,17	12,11	14,48	-	28,90	9,79	-	8,63	14,68
Sm	2,22	-	2,55	-	1,84	1,72	1,81	-	5,10	1,78	-	1,38	2,80
Eu	0,51	-	0,52	-	0,35	0,41	0,46	-	0,49	0,36	-	0,48	0,53
Gd	1,61	-	1,38	-	1,26	0,79	0,89	-	3,39	1,31	-	1,01	2,05
Dy	1,25	-	0,73	-	0,69	0,35	0,58	-	2,42	0,97	-	0,95	1,97
Ho	0,23	-	0,12	-	0,12	0,05	0,11	-	0,42	0,18	-	0,19	0,41
Er	0,57	-	0,36	-	0,30	0,09	0,28	-	0,82	0,47	-	0,58	1,25
Yb	0,48	-	0,31	-	0,19	0,07	0,29	-	0,52	0,46	-	0,63	1,13
Lu	0,09	-	0,05	-	0,03	0,01	0,06	-	0,06	0,12	-	0,11	0,16
SUM (ETR)	69	-	130	-	72	76	84	-	172	54	-	55	84
Eu/Eu*	0,80	-	0,78	-	0,68	0,94	0,99	-	0,34	0,69	-	1,21	0,64
(Gd/Yb)N	2,69	-	3,61	-	5,26	8,46	2,48	-	5,26	2,28	-	1,28	1,46
(La/Yb)N	22,89	-	76,23	-	57,93	192,63	56,39	-	56,51	21,12	-	14,25	11,80
(La/Sm)N	4,66	-	8,64	-	5,68	7,94	8,51	-	5,38	5,15	-	6,13	4,46
q	26,21	26,65	22,42	33,51	33,51	28,59	32,54	31,32	32,99	31,33	36,69	32,94	47,31
or	16,21	16,08	21,30	4,33	4,33	7,73	5,78	8,92	8,99	10,80	14,35	20,47	8,96
ab	42,13	39,24	41,51	43,35	43,35	42,60	41,81	40,87	43,76	43,83	31,68	37,06	25,67
an	10,05	12,68	8,58	0,00	0,00	14,82	14,00	12,85	8,61	11,81	12,02	6,23	10,44
mt	1,44	1,95	1,25	2,62	2,62	2,14	2,01	1,70	1,57	0,45	0,72	0,78	1,76
il	0,40	0,40	0,19	0,22	0,22	0,40	0,40	0,68	0,40	0,19	0,69	0,19	0,80
ap	0,19	0,23	0,26	1,21	1,21	0,23	0,95	0,23	0,88	0,09	0,19	0,12	0,21
ID	86	83	86	80	79	80	83	83	87	86	84	91	82
IP	0,55	0,59	0,73	0,14	0,26	0,19	0,17	0,31	0,29	0,35	0,65	0,79</	

**TABELA 1. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS GRANTOIDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO).**

	AV-31B	AV-137B	AV-16	AV-91	AV-72A	AN-80	AV-90	AV-143	AV-81	AV-85	AV-47A	AV-69
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	64,30	66,00	67,30	68,30	68,40	68,50	68,70	68,80	68,90	69,30	69,30	69,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,00	16,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,60	15,10	15,10	15,10	15,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,90	2,70	2,70	2,90	3,60	2,10	2,20	2,70	2,80	2,00	2,10	2,80
FeO	1,00	1,50	1,30	1,30	0,51	1,90	1,10	1,40	1,00	1,00	0,45	0,90
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	1,50	1,00	1,60	0,91	1,10	1,20	1,50	1,40	1,40	1,90	1,20	1,20
CaO	4,30	4,20	3,40	3,40	3,60	2,70	3,10	3,60	3,40	2,50	3,10	3,40
Na <sub>2</sub> O	5,10	5,40	4,30	4,90	4,60	4,50	4,10	4,60	4,30	4,30	4,30	4,60
K <sub>2</sub> O	1,50	1,20	1,80	1,60	1,30	2,30	2,70	1,30	1,60	2,40	2,90	0,97
TiO <sub>2</sub>	0,52	0,42	0,31	0,21	0,21	0,52	0,31	0,42	0,10	0,31	0,31	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	0,18	0,13	0,10	0,11	0,48	0,13	0,10	0,10	0,10	0,13	0,13
H <sub>2</sub> O+	0,10	0,00	0,23	0,23	0,24	0,00	0,14	0,00	0,21	0,13	0,13	0,23
PF	1,10	0,86	1,40	0,92	1,40	1,10	0,79	0,82	1,30	0,53	0,64	0,90
Total	99,54	99,61	99,62	99,92	100,22	99,56	99,42	99,79	100,26	99,62	99,71	99,99
Ba	280	520	780	750	580	1140	2000	320	1860	1000	1100	350
Sr	320	480	270	330	320	340	480	215	280	340	410	280
Zr	193	-	153	193	66	-	126	-	94	66	124	114
Rb	233	-	94	65	74	180	91	-	82	183	46	77
Ba/Rb	1,20	-	8,30	11,54	7,84	6,33	21,98	-	22,68	5,46	23,91	4,55
Rb/Sr	0,73	-	0,35	0,20	0,23	0,53	0,19	-	0,29	0,54	0,11	0,28
Rb/Zr	1,21	-	0,61	0,34	1,12	-	0,72	-	0,87	2,77	0,37	0,68
K/Rb	78	-	231	297	212	154	357	-	235	158	759	152
La	-	56,05	18,92	6,21	15,98	54,53	-	25,65	15,71	-	-	16,61
Ce	-	118,10	41,45	14,88	32,84	97,50	-	46,46	31,37	-	-	35,26
Nd	-	49,99	17,18	5,82	14,93	34,07	-	18,16	10,51	-	-	12,79
Sm	-	6,83	2,87	1,09	3,02	4,30	-	3,28	1,57	-	-	2,02
Eu	-	1,39	0,61	0,43	0,58	0,66	-	0,78	0,53	-	-	0,52
Gd	-	3,42	1,96	0,63	2,11	2,31	-	2,45	0,89	-	-	1,42
Dy	-	2,04	1,54	0,48	1,71	1,38	-	2,46	0,61	-	-	0,97
Ho	-	0,37	0,30	0,08	0,32	0,24	-	0,50	0,12	-	-	0,18
Er	-	0,83	0,77	0,20	0,77	0,53	-	1,43	0,31	-	-	0,42
Yb	-	0,51	0,70	0,20	0,57	0,43	-	1,14	0,26	-	-	0,37
Lu	-	0,07	0,09	0,03	0,09	0,10	-	0,16	0,05	-	-	0,08
SUM (ETR)	-	240	86	30	73	196	-	102	62	-	-	71
Eu/Eu*	-	0,79	0,75	1,48	0,66	0,58	-	0,81	1,26	-	-	0,89
(Gd/Yb)N	-	5,35	2,26	2,55	2,98	4,31	-	1,73	2,78	-	-	3,09
(La/Yb)N	-	73,04	18,19	20,98	18,85	84,81	-	15,07	40,78	-	-	30,05
(La/Sm)N	-	5,16	4,15	3,58	3,32	7,98	-	4,91	6,28	-	-	5,16
q	18,00	20,24	25,79	24,84	28,12	27,23	26,35	27,54	29,04	27,42	25,66	30,67
or	9,03	7,18	10,86	9,58	7,79	13,80	16,20	7,76	9,57	14,33	17,32	5,79
ab	43,96	46,30	37,16	42,02	39,48	38,67	35,23	39,35	36,84	36,77	36,78	39,37
an	16,64	16,36	16,36	14,68	16,95	10,41	13,67	15,52	16,41	11,87	13,48	16,20
mt	2,98	2,82	2,68	2,51	1,05	2,97	2,66	2,81	2,97	2,65	1,40	2,31
il	1,00	0,80	0,60	0,40	0,40	1,00	0,59	0,80	0,19	0,59	0,59	0,40
ap	0,41	0,43	0,31	0,24	0,26	1,15	0,31	0,24	0,24	0,23	0,31	0,31
ID	71	74	74	76	74	80	78	75	74	79	82	74
IP	0,29	0,22	0,42	0,33	0,28	0,51	0,65	0,28	0,37	0,56	0,67	0,21
PAL	0,90	0,90	0,99	0,95	0,97	0,96	0,95	0,94	1,01	1,06	0,95	1,02
PALK	0,63	0,63	0,60	0,65	0,59	0,70	0,66	0,61	0,58	0,64	0,68	0,57
MgN	0,51	0,41	0,55	0,40	0,50	0,44	0,58	0,50	0,54	0,65	0,62	0,52



**TABELA 1A (CONT.) - DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS  
DAS ROCHAS GRANITOÍDES DA UNIDADE TONALITO ARCO VERDE  
(FOLHA REDENÇÃO)**

	AV-20A	AV-171	AV-92	AV-136	AV-78	AN-46	AV-45B	AV-135	AN-45A	AV-67	AV-131	AV-21A	AN-21
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO <sub>2</sub>	70,10	70,30	70,50	70,60	70,60	71,30	71,90	72,10	72,50	72,90	73,30	73,30	76,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	14,20	14,60	14,20	13,70	14,60	13,20	14,20	11,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,90	2,00	1,30	1,80	1,80	2,40	2,30	1,40	1,70	0,87	2,10	0,92	1,20
FeO	0,46	0,53	0,48	0,93	0,85	0,81	0,26	0,85	0,67	0,23	0,33	0,33	1,20
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	0,81	0,81	0,33	3,20	1,20	0,50	0,80	1,00	0,60	0,25	0,81	0,20	1,30
CaO	2,10	2,80	3,40	1,20	3,10	3,40	2,60	3,00	2,20	2,50	2,50	1,30	2,20
Na <sub>2</sub> O	4,90	4,60	4,90	5,10	5,00	4,90	4,90	4,80	5,10	5,10	3,70	4,30	3,00
K <sub>2</sub> O	2,70	2,70	3,60	0,73	1,30	0,97	0,85	1,50	1,50	1,80	2,40	3,40	1,50
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,21	0,10	0,12	0,21	0,21	0,21	0,36	0,21	0,10	0,36	0,10	0,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08	0,10	0,11	0,71	0,10	0,40	0,08	0,10	0,37	0,04	0,08	0,05	0,09
H <sub>2</sub> O+	0,18	0,13	0,14	0,10	0,12	0,01	0,20	0,10	0,00	0,15	0,10	0,00	0,13
PF	1,00	0,58	1,00	0,10	0,72	0,91	0,20	0,53	0,79	1,40	1,00	1,20	0,16
Total	99,59	99,91	101,01	99,74	100,15	100,06	98,95	99,99	99,39	99,99	99,93	99,35	99,15
Ba	920	940	2000	330	570	600	420	460	320	700	560	1625	540
Sr	260	360	360	360	320	430	75	200	240	280	150	320	110
Zr	145	217	254	161	125	1	247	139	-	75	253	95	191
Rb	123	133	78	41	58	149	268	49	331	74	111	235	123
Ba/Rb	7,48	7,07	25,64	8,05	9,83	4,03	1,57	9,39	0,97	9,46	5,05	6,91	4,39
Rb/Sr	0,47	0,37	0,22	0,11	0,18	0,35	3,57	0,25	1,38	0,26	0,74	0,73	1,12
Rb/Zr	0,85	0,61	0,31	0,25	0,46	149,00	1,09	0,35	-	0,99	0,44	2,47	0,64
K/Rb	264	245	556	214	270	78	38	369	55	293	260	174	147
La	16,48	-	35,01	-	16,65	21,69	24,48	-	43,62	14,61	-	13,49	19,89
Ce	33,54	-	68,57	-	37,86	39,03	40,07	-	86,36	23,79	-	27,70	38,66
Nd	12,32	-	20,26	-	12,17	12,11	14,48	-	28,90	9,79	-	8,63	14,68
Sm	2,22	-	2,55	-	1,84	1,72	1,81	-	5,10	1,78	-	1,38	2,80
Eu	0,51	-	0,52	-	0,35	0,41	0,46	-	0,49	0,36	-	0,48	0,53
Gd	1,61	-	1,38	-	1,26	0,79	0,89	-	3,39	1,31	-	1,01	2,05
Dy	1,25	-	0,73	-	0,69	0,35	0,58	-	2,42	0,97	-	0,95	1,97
Ho	0,23	-	0,12	-	0,12	0,05	0,11	-	0,42	0,18	-	0,19	0,41
Er	0,57	-	0,36	-	0,30	0,09	0,28	-	0,82	0,47	-	0,58	1,25
Yb	0,48	-	0,31	-	0,19	0,07	0,29	-	0,52	0,46	-	0,63	1,13
Lu	0,09	-	0,05	-	0,03	0,01	0,06	-	0,06	0,12	-	0,11	0,16
SUM (ET)	69	-	130	-	72	76	84	-	172	54	-	55	84
Eu/Eu*	0,80	-	0,78	-	0,68	0,94	0,99	-	0,34	0,69	-	1,21	0,64
(Gd/Yb)N	2,69	-	3,61	-	5,26	8,46	2,48	-	5,26	2,28	-	1,28	1,46
(La/Yb)N	22,89	-	76,23	-	57,93	192,63	56,39	-	56,51	21,12	-	14,25	11,80
(La/Sm)N	4,66	-	8,64	-	5,68	7,94	8,51	-	5,38	5,15	-	6,13	4,46
q	26,21	26,65	22,42	33,51	33,51	28,59	32,54	31,32	32,99	31,33	36,69	32,94	47,31
or	16,21	16,08	21,30	4,33	4,33	7,73	5,78	8,92	8,99	10,80	14,35	20,47	8,96
ab	42,13	39,24	41,51	43,35	43,35	42,60	41,81	40,87	43,76	43,83	31,68	37,06	25,67
an	10,05	12,68	8,58	0,00	0,00	14,82	14,00	12,85	8,61	11,81	12,02	6,23	10,44
mt	1,44	1,95	1,25	2,62	2,62	2,14	2,01	1,70	1,57	0,45	0,72	0,78	1,76
il	0,40	0,40	0,19	0,22	0,22	0,40	0,40	0,68	0,40	0,19	0,69	0,19	0,80
ap	0,19	0,23	0,26	1,21	1,21	0,23	0,95	0,23	0,88	0,09	0,19	0,12	0,21
ID	86	83	86	80	79	80	83	83	87	86	84	91	82
IP	0,55	0,59	0,73	0,14	0,26	0,19	0,17	0,31	0,29	0,35	0,65	0,79	0,50
PAL	1,02	0,97	0,83	1,33	0,99	0,93	1,07	0,95	0,98	0,98	1,00	1,08	1,07
PALK	0,73	0,69	0,79	0,61	0,64	0,64	0,60	0,67	0,73	0,71	0,66	0,76	0,58
MgN	0,54	0,52	0,37	0,78	0,58	0,34	0,55	0,56	0,44	0,44	0,55	0,34	0,58

**PARÂMETROS PETROQUÍMICOS**

ID: ÍNDICE DE DIFERENCIAÇÃO DE THORTON E TUTTLE (1960): (q+ab+or+ne+kp+ic);

PAL: PARÂMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND(1982): mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O+CaO)

IP: ÍNDICE PETROGENÉTICO DE ENGEL (1974):K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O; MgN: Mg NUMBER: mol MgO/(MgO+FeO\*), sendo FeO\* : FeO+0,8998Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

PAL: PARÂMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND (1982); PALK: ÍNDICE DE PERALCALINIDADE: mol(K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O)/mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

**TABELA 2. TIPOS PETROGRÁFICOS DA UNIDADE TONALITO ARCOVERDE  
FOLHA REDENÇÃO**

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      | 13 - ?   |
| 2 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      | 14 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO                |
| 3 - ?                               | 15 - ?   |
| 4 - ?                               | 16 - MOSCOVITA BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      |
| 5 - ?                               | 17 - ?   |
| 6 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      | 18 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO                |
| 7 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      | 19 - BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO            |
| 8 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO      | 20 - ?   |
| 9 - ?                               | 21 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO                |
| 10 - BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO | 22 - ?   |
| 11 - BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO | 23 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO                |
| 12 - ?                              | 24 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO/GRANODIORÍTICO |
|                                     | 25 - BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO                |

**TABELA 3. DADOS QUÍMICOS RELATIVOS AOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS DO TONALITO ARCOVERDE (FOLHA REDENÇÃO)**

**GRUPO 1**

	AV-16	AV-72A	AV-69	AV-20A	AV-67	AV-45B	AV-78	AN-46	AV-92	AV-143	AN-21
La	18,92	15,98	16,61	16,48	14,61	24,48	16,65	21,69	35,01	25,65	19,89
Ce	41,45	32,84	35,26	33,54	23,79	40,07	37,86	39,03	68,57	46,46	38,66
Nd	17,18	14,93	12,79	12,32	9,79	14,48	12,17	12,11	20,26	18,16	14,68
Sm	2,87	3,02	2,02	2,22	1,78	1,81	1,84	1,72	2,55	3,28	2,80
Eu	0,61	0,58	0,52	0,51	0,36	0,46	0,35	0,41	0,52	0,78	0,53
Gd	1,96	2,11	1,42	1,61	1,31	0,89	1,26	0,79	1,38	2,45	2,05
Dy	1,54	1,71	0,97	1,25	0,97	0,58	0,69	0,35	0,73	2,46	1,97
Ho	0,30	0,32	0,18	0,23	0,18	0,11	0,12	0,05	0,12	0,50	0,41
Er	0,77	0,77	0,42	0,57	0,47	0,28	0,30	0,09	0,36	1,43	1,25
Yb	0,70	0,57	0,37	0,48	0,46	0,29	0,19	0,07	0,31	1,14	1,13
Lu	0,09	0,09	0,08	0,09	0,12	0,06	0,03	0,01	0,05	0,16	0,16
Eu/Eu*	0,75	0,66	0,89	0,80	0,69	0,99	0,68	0,94	0,78	0,81	0,64
(Gd/Yb)N	2,26	2,98	3,09	2,69	2,28	2,48	5,26	8,46	3,61	1,73	1,46
(La/Yb)N	18,19	18,85	30,05	22,89	21,12	56,39	57,93	192,63	76,23	15,07	11,80
(La/Sm)N	4,15	3,32	5,16	4,66	5,15	8,51	5,68	7,94	8,64	4,91	4,46
SUM(ETR)	86	73	71	69	54	84	72	76	130	102	84

**GRUPO 2**

	AV-137B	AN-80	AN-45A
La	56,05	54,53	43,62
Ce	118,10	97,50	86,36
Nd	49,99	34,07	28,90
Sm	6,83	4,30	5,10
Eu	1,39	0,66	0,49
Gd	3,42	2,31	3,39
Dy	2,04	1,38	2,42
Ho	0,37	0,24	0,42
Er	0,83	0,53	0,82
Yb	0,51	0,43	0,52
Lu	0,07	0,10	0,06
Eu/Eu*	0,79	0,58	0,34
(Gd/Yb)N	5,35	4,31	5,26
(La/Yb)N	73,04	84,81	56,51
(La/Sm)N	5,16	7,98	5,38
SUM(ETR)	240	196	172

**GRUPO 3**

	AV-21A	AV-91	AV-81
La	13,49	6,21	15,71
Ce	27,70	14,88	31,37
Nd	8,63	5,82	10,51
Sm	1,38	1,09	1,57
Eu	0,48	0,43	0,53
Gd	1,01	0,63	0,89
Dy	0,95	0,48	0,61
Ho	0,19	0,08	0,12
Er	0,58	0,20	0,31
Yb	0,63	0,20	0,26
Lu	0,11	0,03	0,05
Eu/Eu*	1,21	1,48	1,26
(Gd/Yb)N	1,28	2,55	2,78
(La/Yb)N	14,25	20,98	40,78
(La/Sm)N	6,13	3,58	6,28
SUM(ETR)	55	30	62

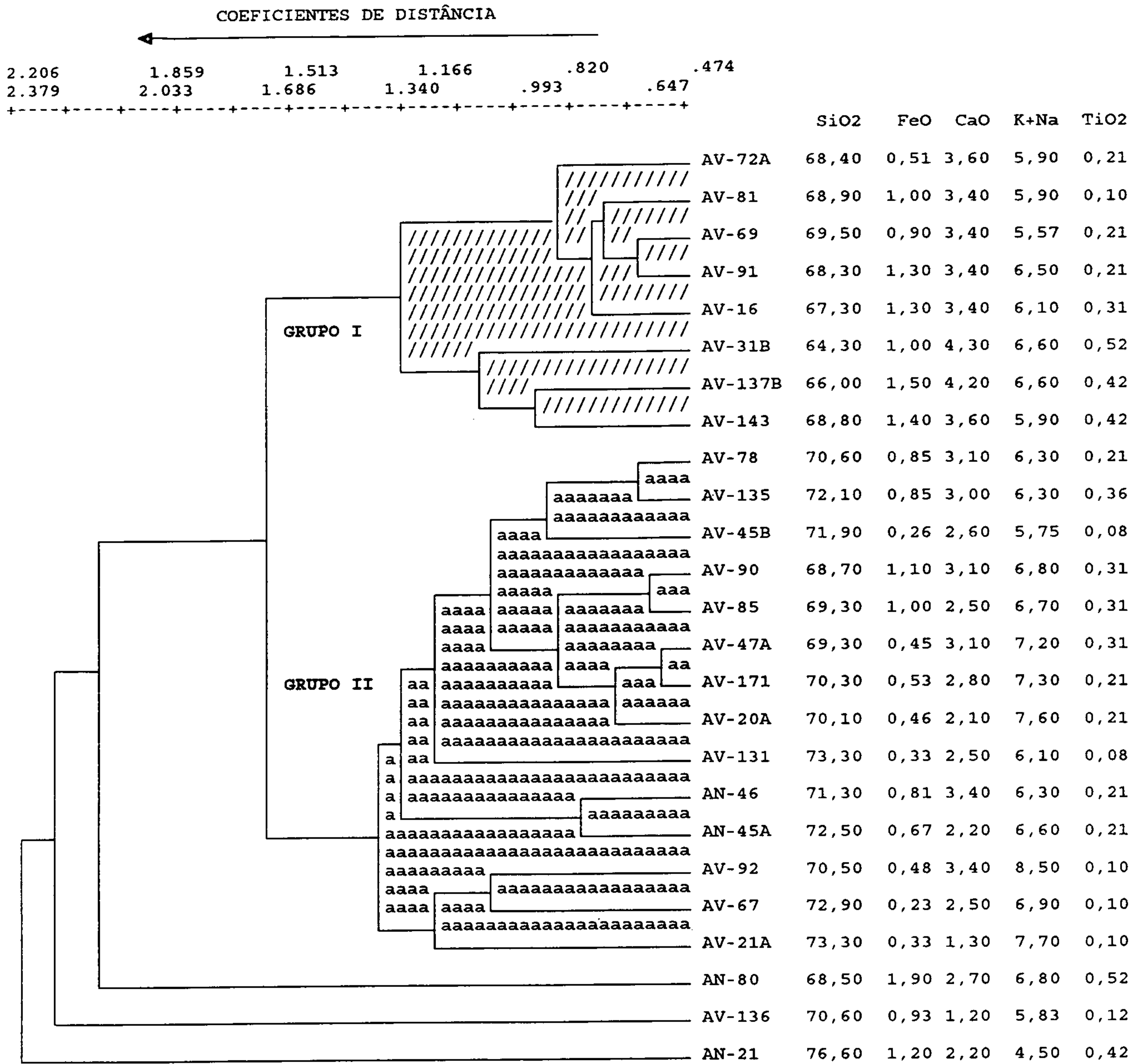
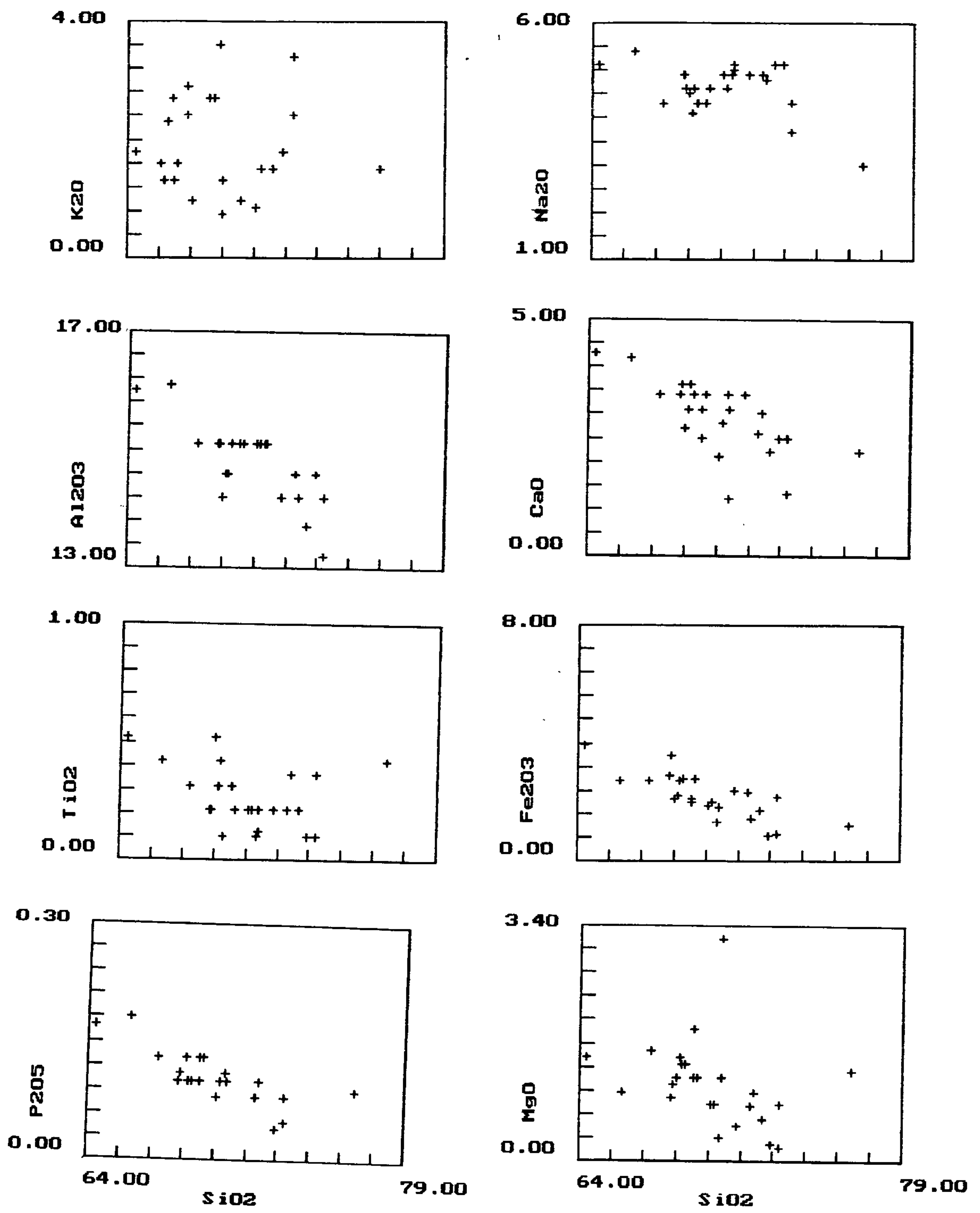
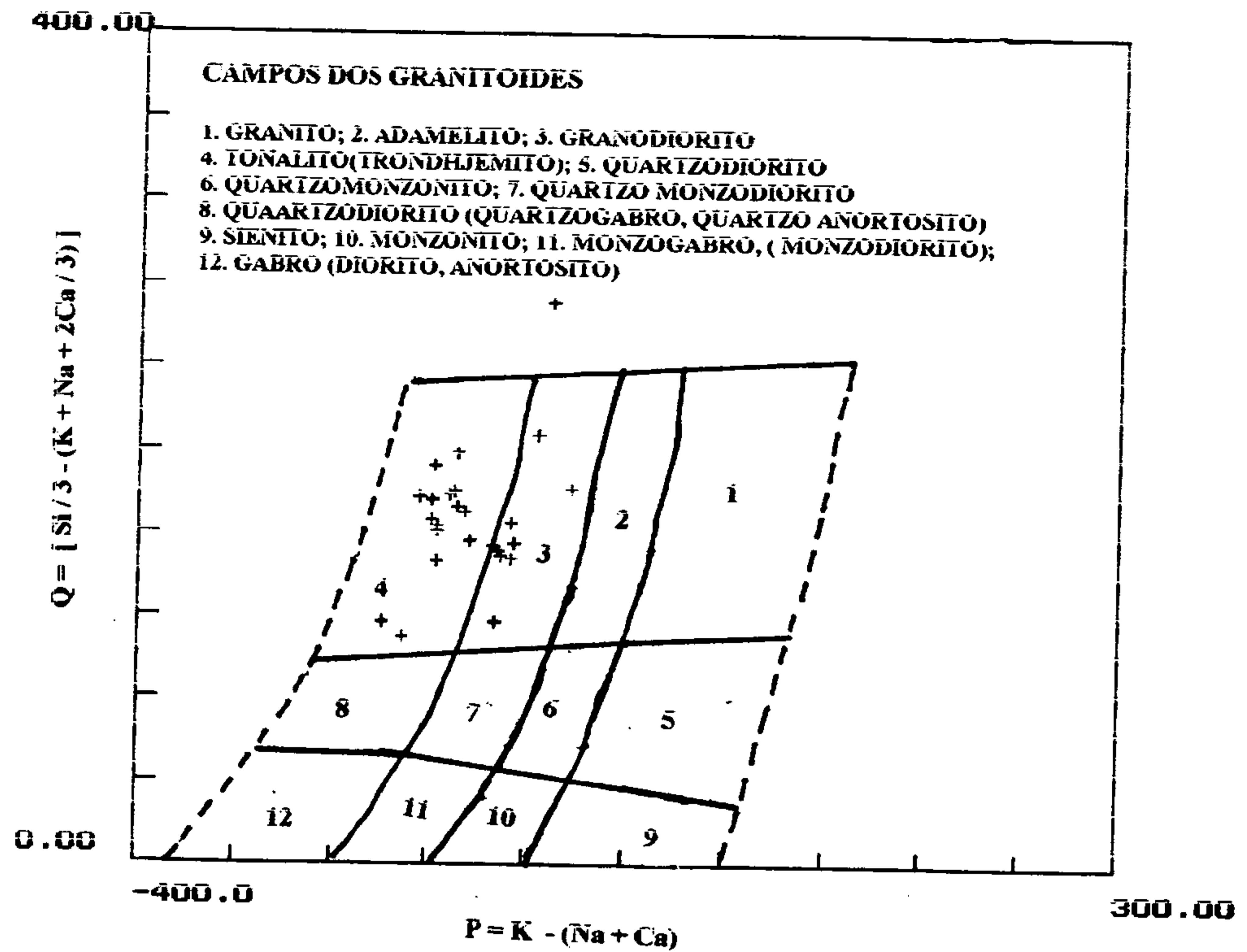


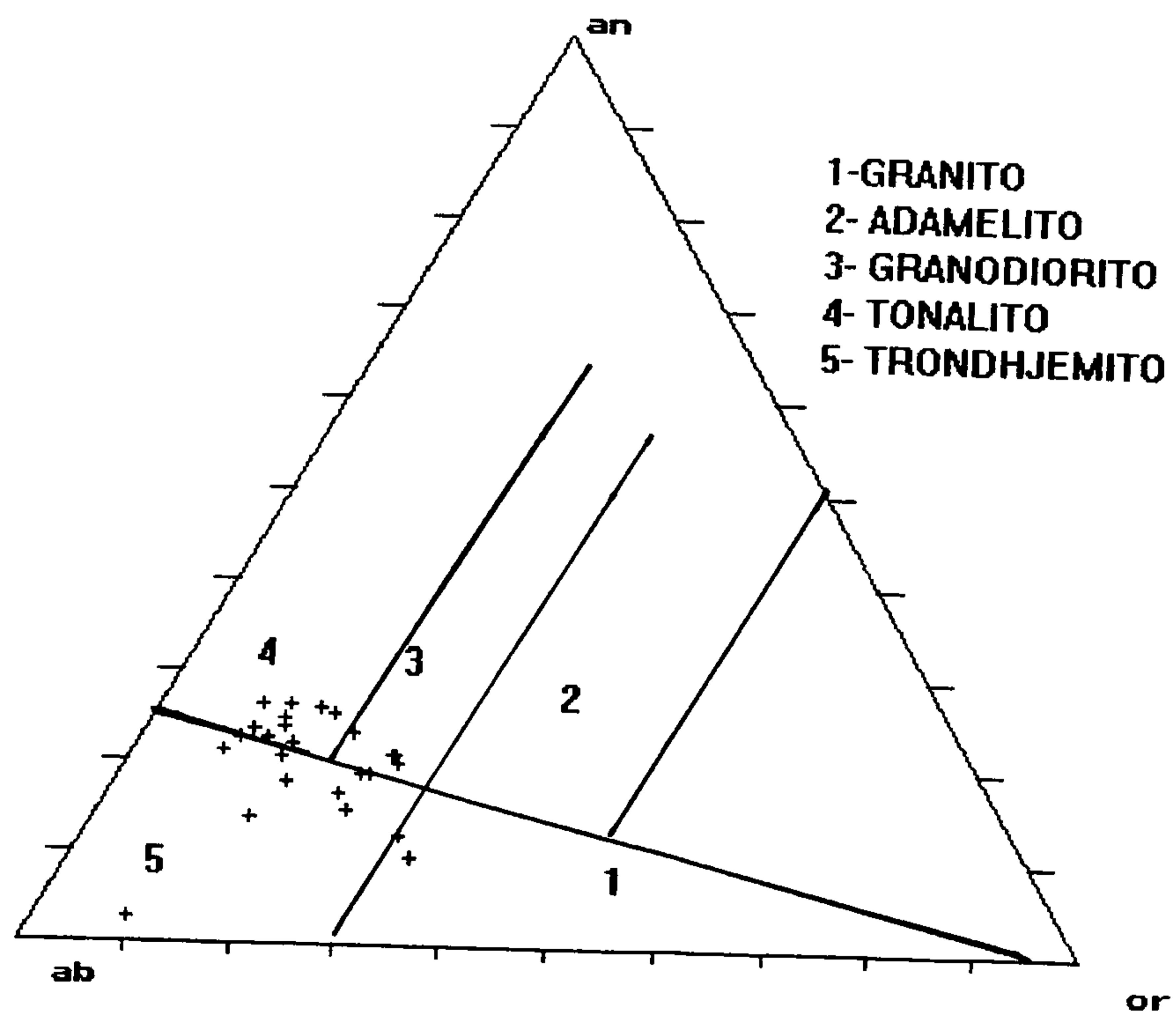
FIGURA 2. DENDROGRAMA GERADO PARA O TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO), BASEADO NOS PERCENTUAIS DOS ÓXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES. O ÍNDICE DE SIMILARIDADE É MEDIDO PELO COEFICIENTE DE DISTÂNCIA EUCLIDEANA.



**FIGURA 3. DIAGRAMAS DO TIPO HARKER PARA AS AMOSTRAS DO TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO)**



**FIGURA 4 DIAGRAMA P<sub>x</sub>Q DE DEBON & Le FORT (1983), APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE ( FOLHA REDENÇÃO)**



**FIGURA 5 DIAGRAMA Ab-An-Or NORMATIVOS CLASSIFICATÓRIO PETROGRÁFICO, SEGUNDO O,CONNOR (1965), APLICADO AOS GRANITOIDES DA UNIDADE ARCOVERDE, FOLHA REDENÇÃO.**

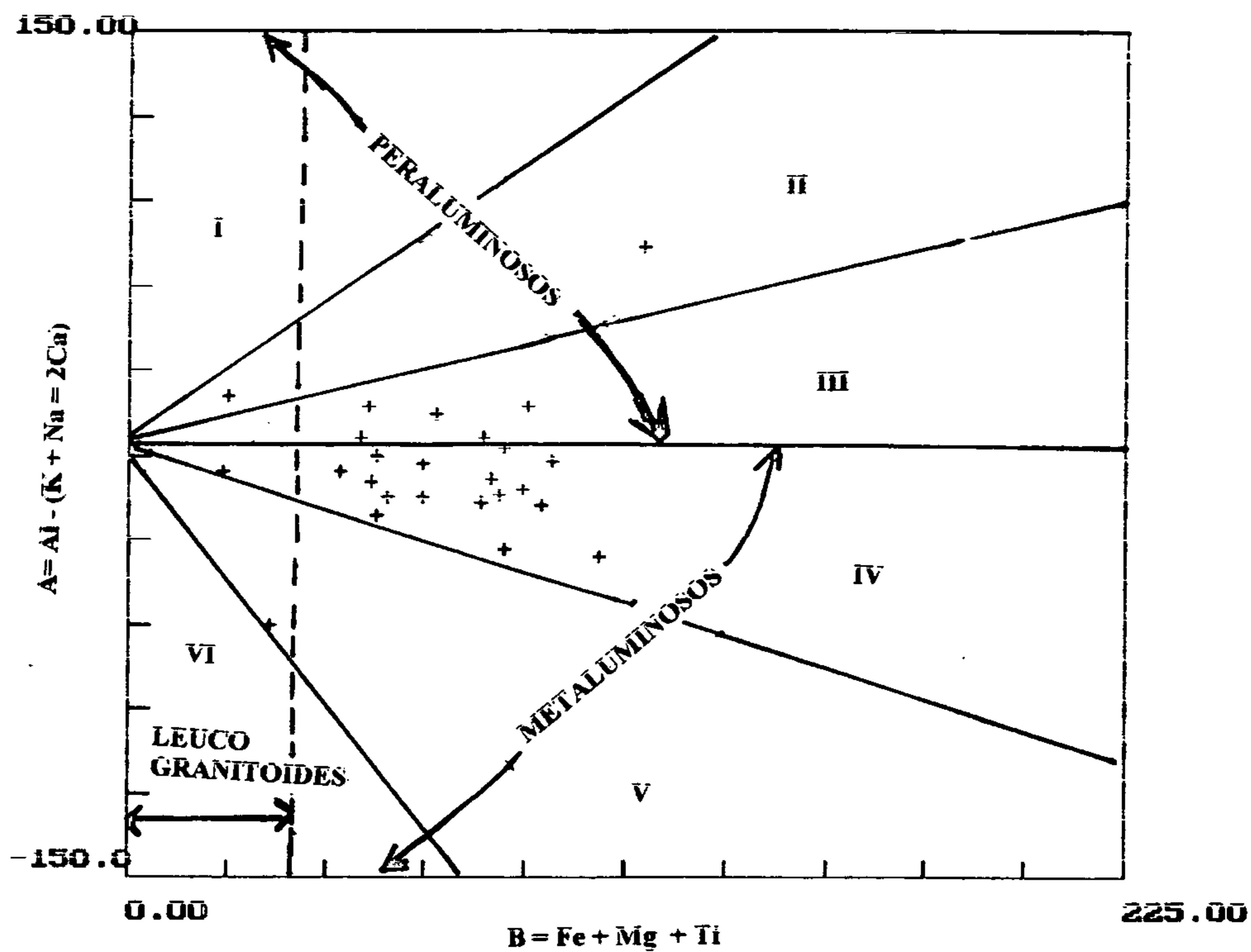


FIGURA 6 DIAGRAMA BxA DE DEBON & Le FORT (1983), APLICADO AO TONALITO ARCOVERDE (FOLHA REDENÇÃO)

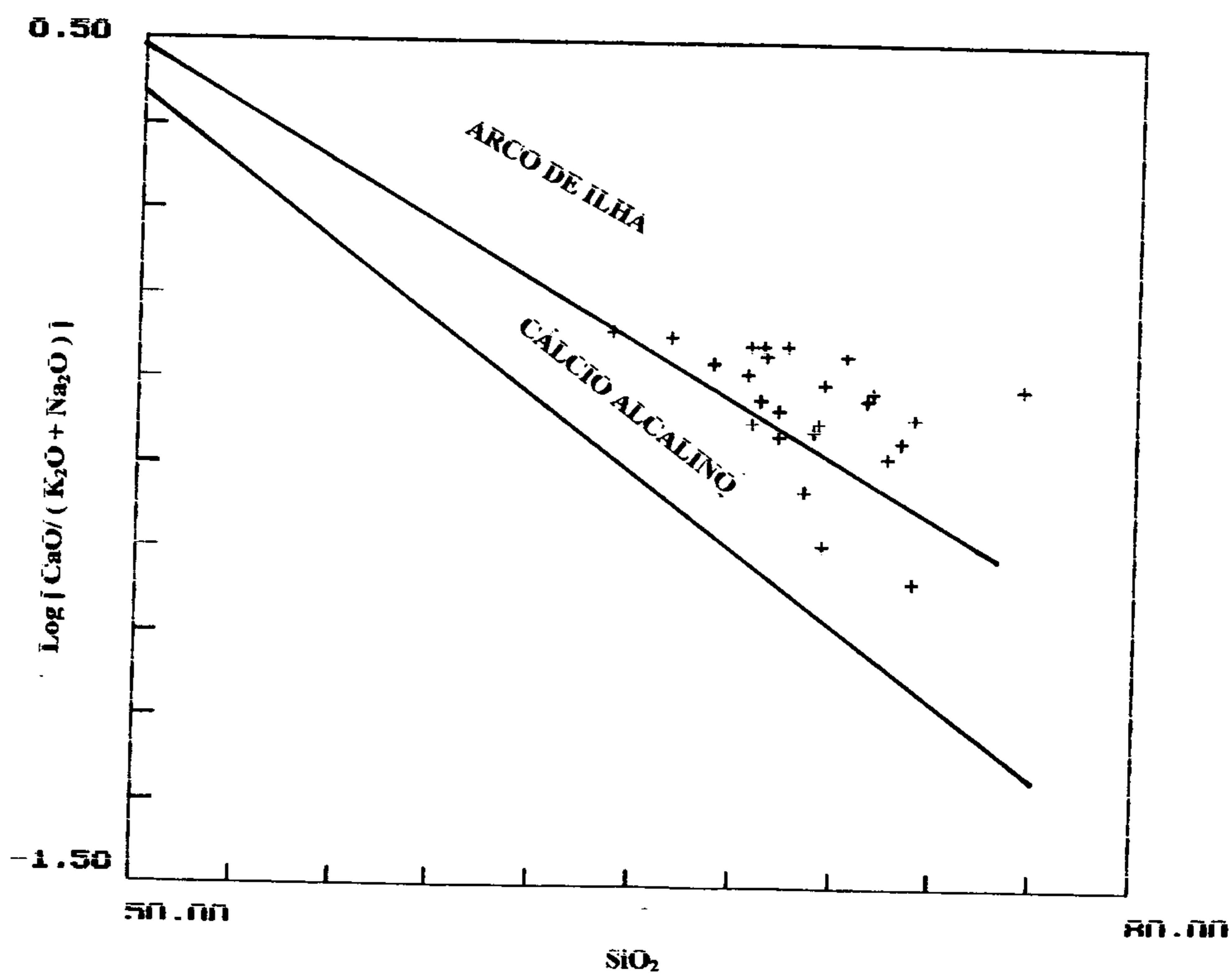


FIGURA 7 DIAGRAMA SiO<sub>2</sub> VERSUS CaO/ÁLCALIS DE BROWN (1982), APLICADO AO TONALITO ARCOVERDE (FOLHA REDENÇÃO)

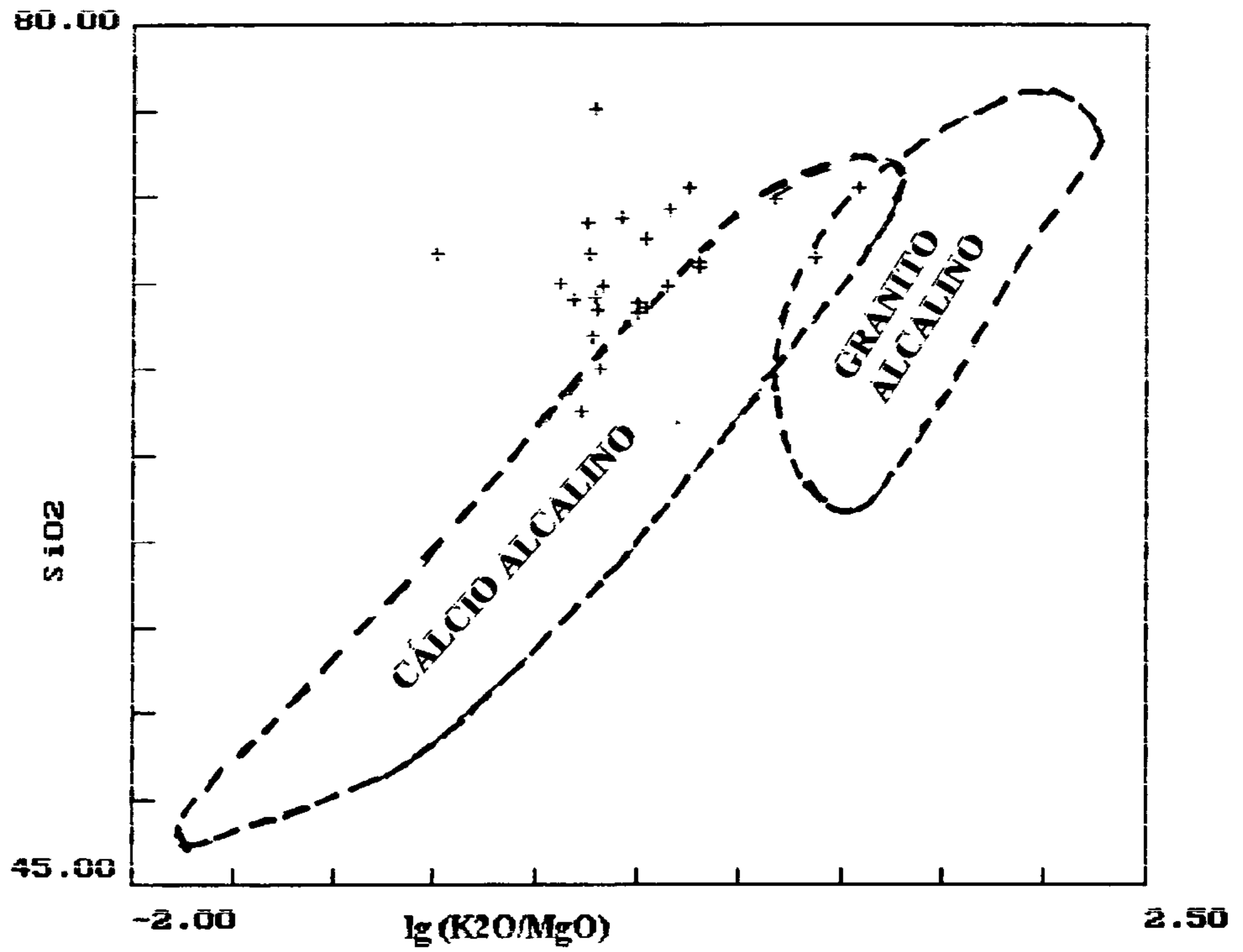


FIGURA 8 DIAGRAMA  $SiO_2$  VERSUS  $K_2O/MgO$  DE RÖGERS E GREENBERG (1981) APLICADO AO TONALITO ARCOVERDE (FOLHA REDENÇÃO).

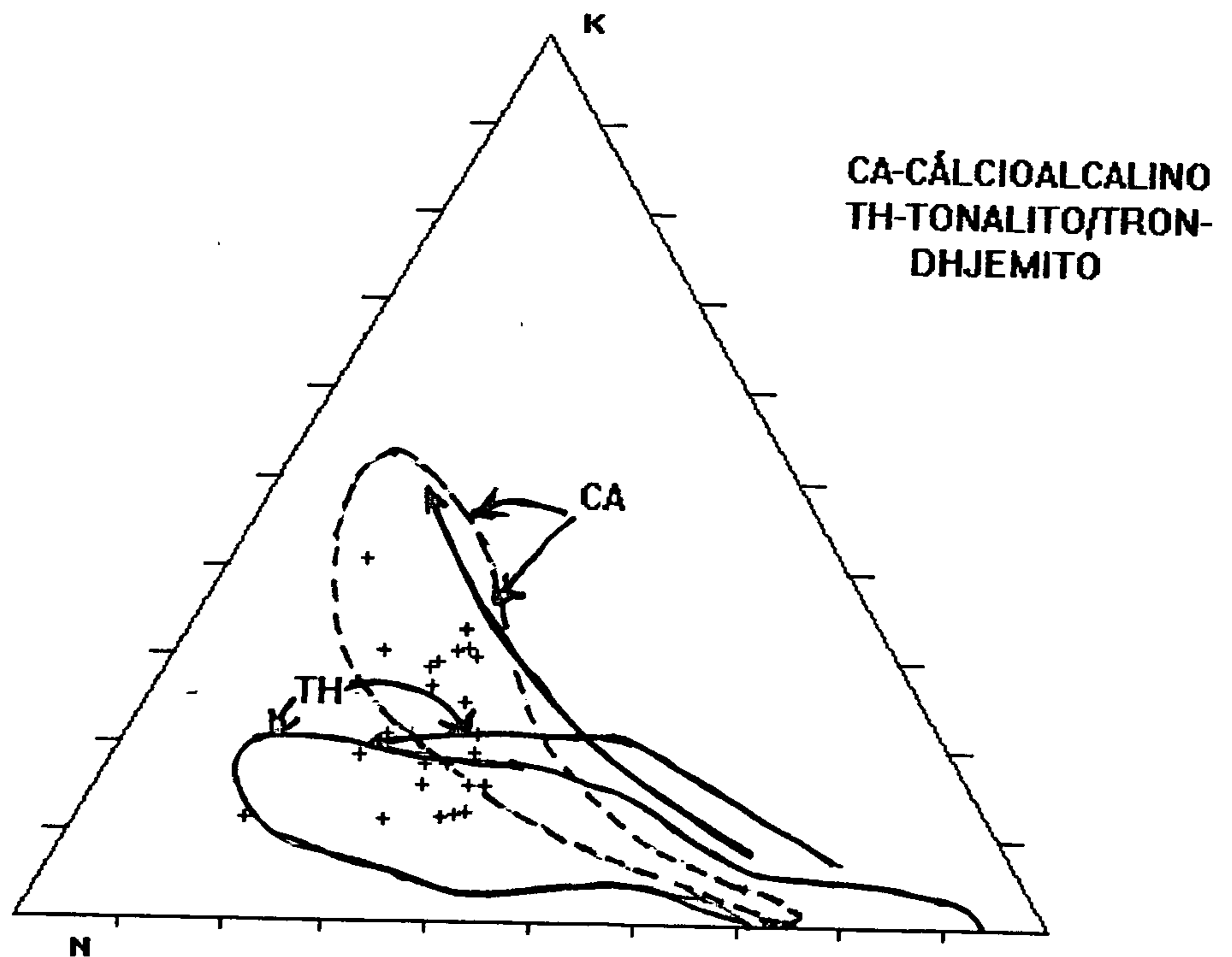
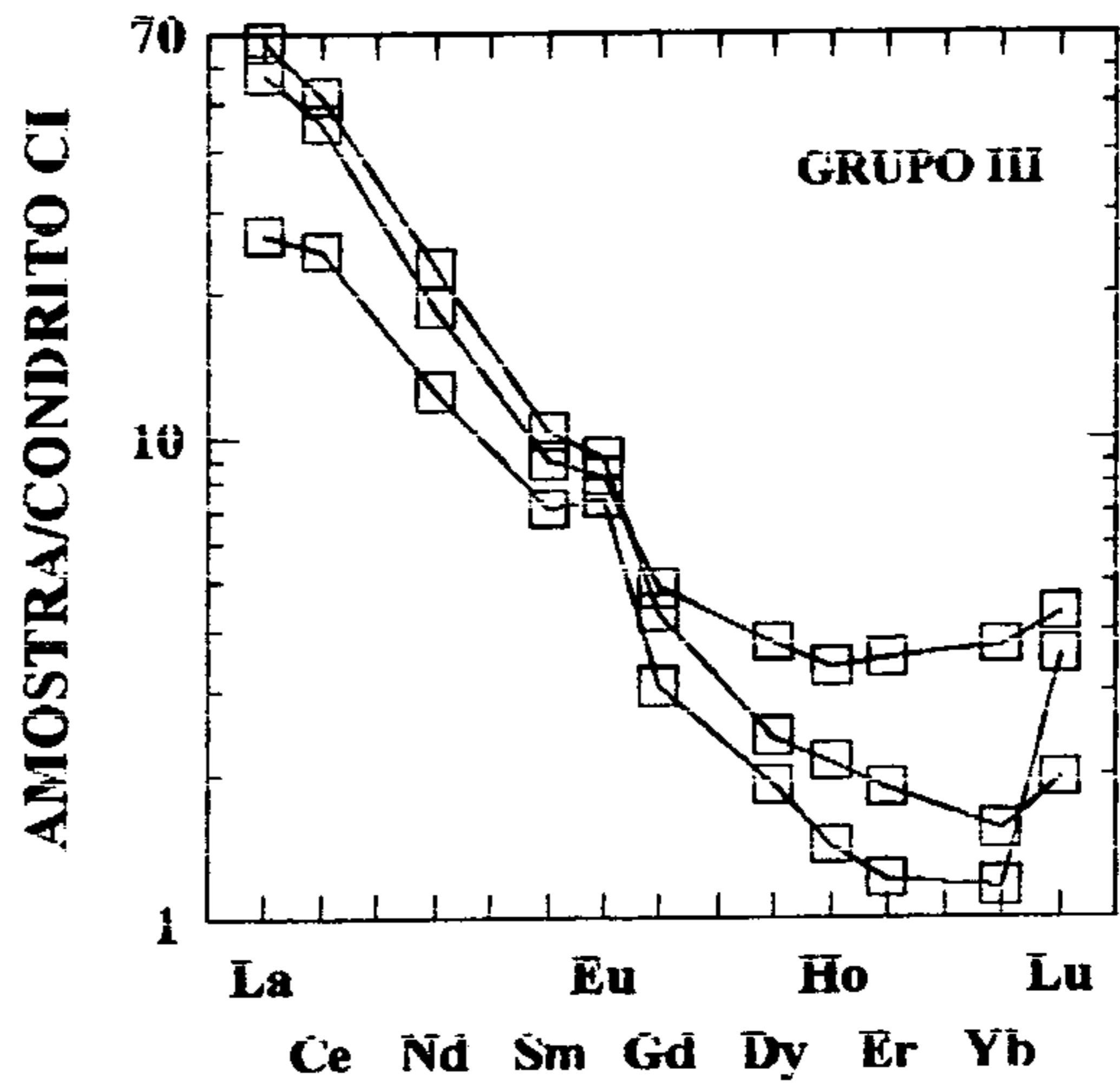
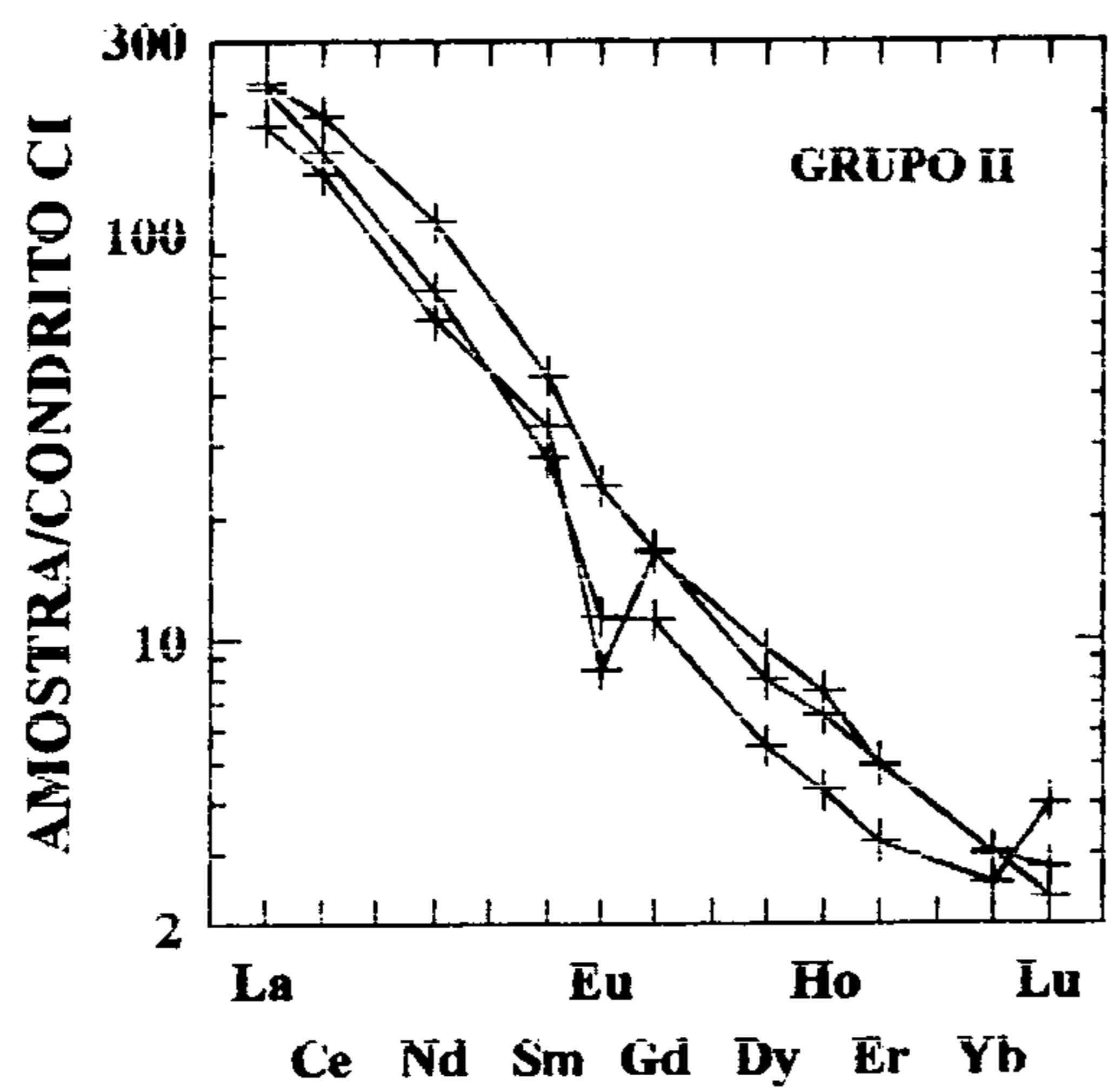
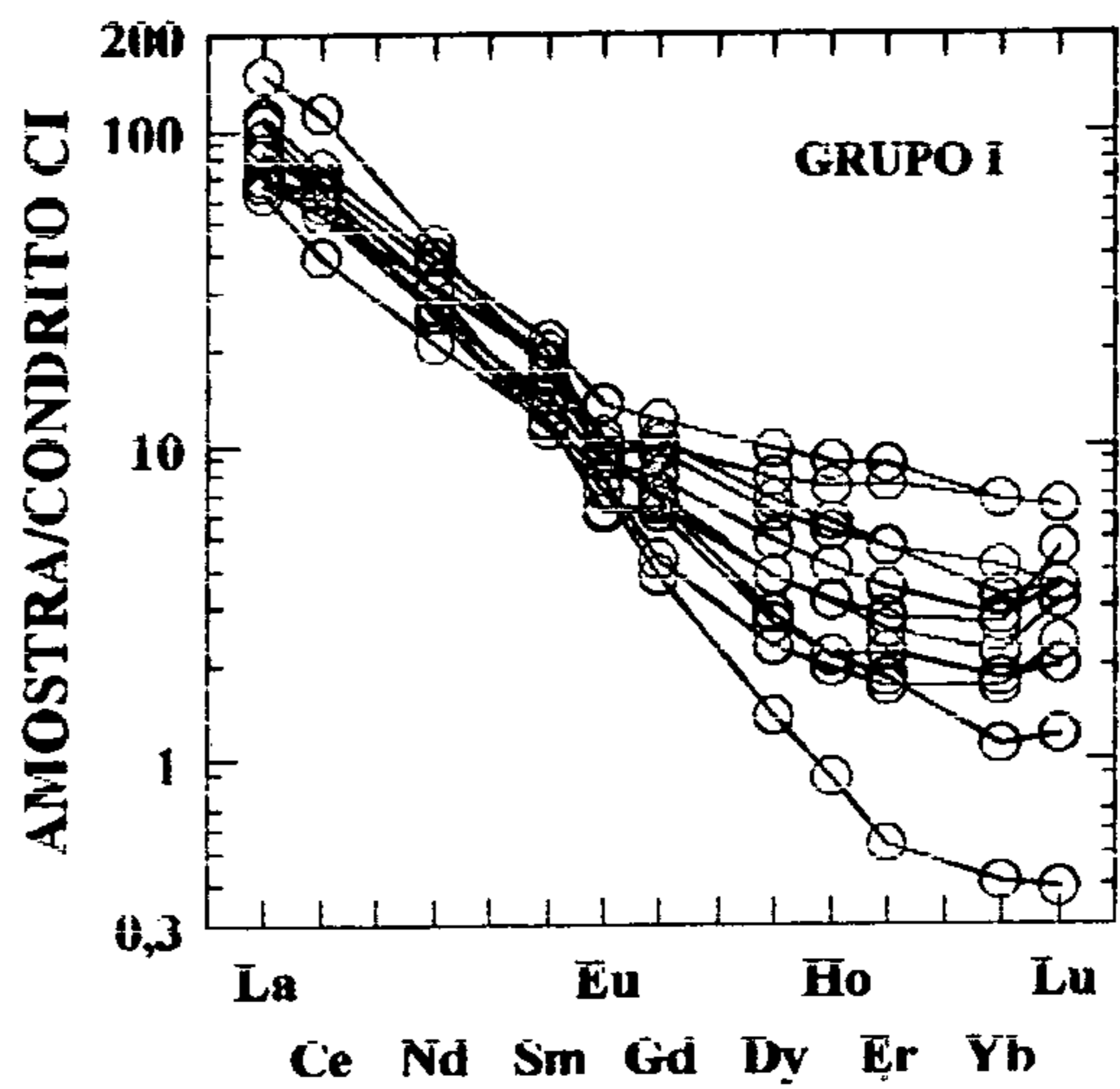
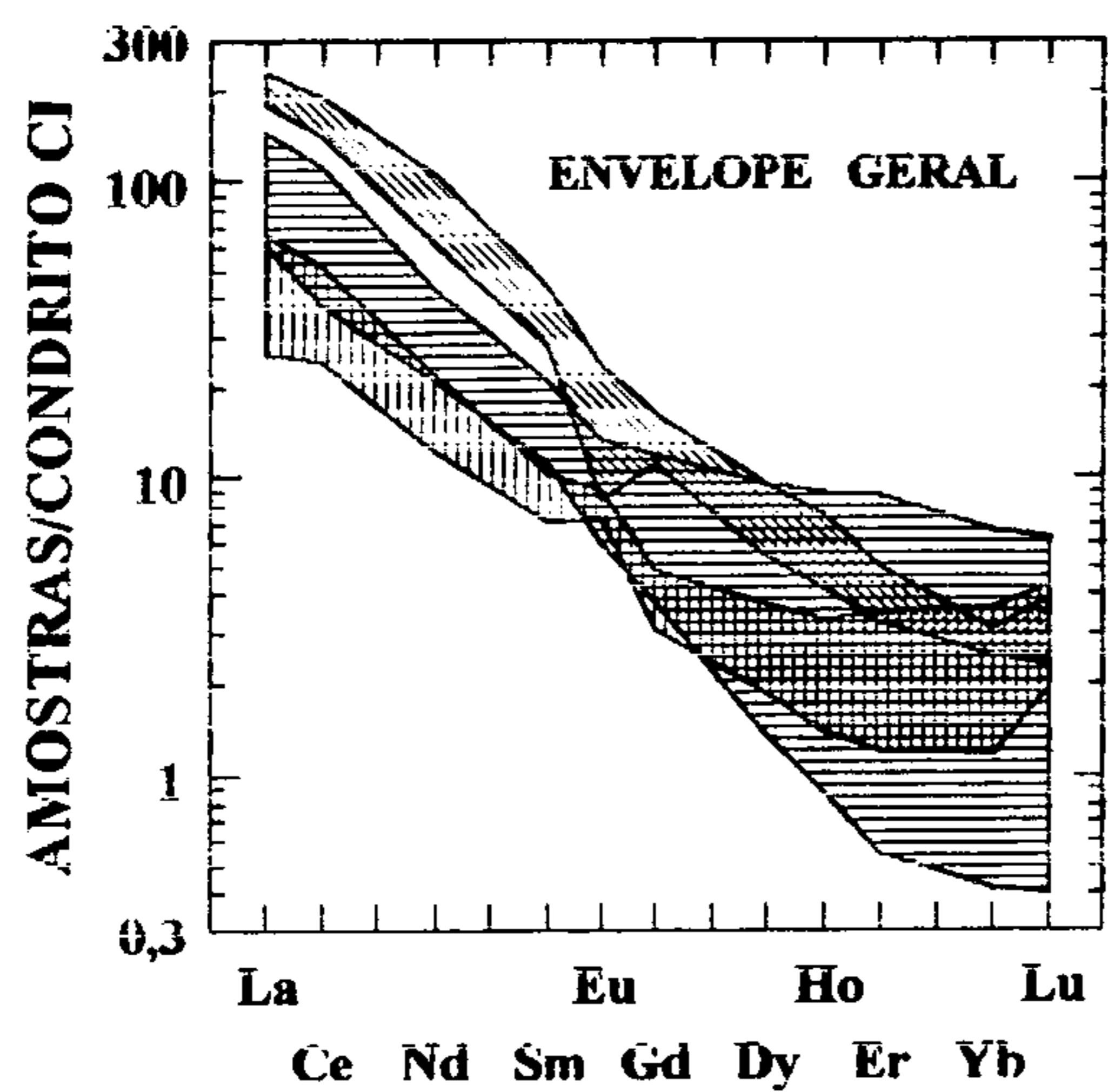
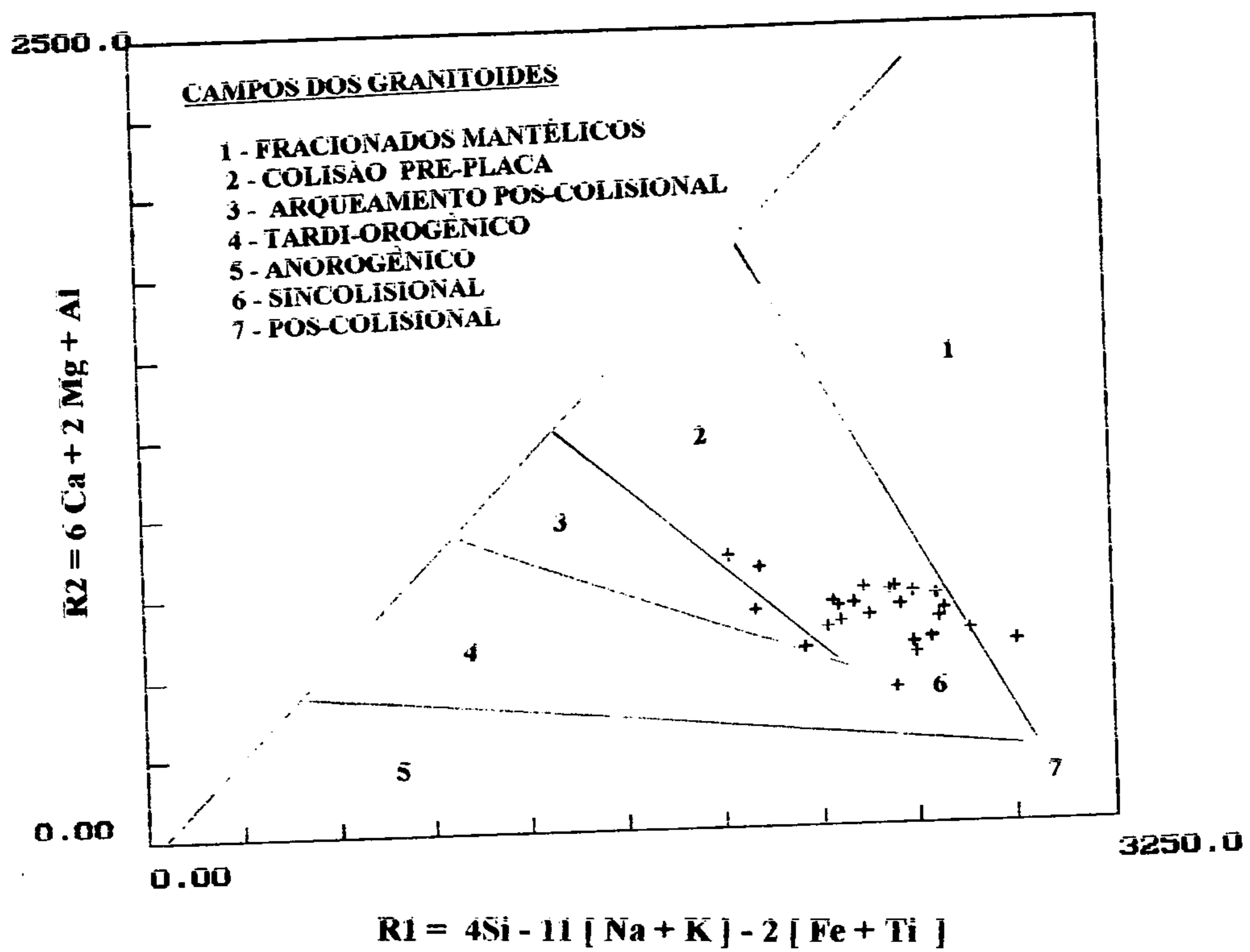


FIGURA 9 DIAGRAMA K-C-N MOSTRANDO OS "TRENDS" CA E TH PARA OS GRANITOIDES DA UNIDADE ARCOVERDE, NA FOLHA REDENÇÃO





**FIGURA 10. ARANHOGRAMAS DOS PADRÕES DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS, NORMALIZADOS SEGUNDO OS VALORES DO CONDRIITO CI DE SUN & McDONOUGH, 1989, PARA AS AMOSTRAS DO TONALITO ARCO VERDE (FOLHA REDENÇÃO)**



**FIGURA 11. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985) APLICADO AO TONALITO ARCOVERDE (FOLHA REDENÇÃO)**

## 2. GRANODIORITO RIO MARIA

Os estudos litogeoquímicos dessa unidade estão embasados nos dados químicos constantes da tabela 4 provenientes das análises de 11 (onze) espécimes rochosos distribuídos aleatoriamente nos corpos aflorantes na área da folha Redenção, conforme mostrados na figura 12. Esses espécimes, embora tenham sido em sua grande maioria classificados como granodioritos com frequente presença de hornblenda e, apenas subordinadamente monzogranito, são, entretanto, bastante heterogêneos do ponto de vista químico.

Com base nos percentuais dos óxidos dos elementos maiores destacam-se, claramente, dois grupos bem distintos de rochas, como se depreende do dendograma da figura 13. No grupo I estão as amostras AV (76, 08 e 10c) caracterizadas por baixos percentuais de  $\text{SiO}_2$ , altos de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  e dos ferro-magnesianos, seguidos de baixos percentuais de álcalis. Ao contrário, as oito amostras restantes que integram o grupo II tem padrões exatamente inverso a esses definidos para os espécimes do grupo anterior. Doutra forma, essas três amostras do grupo I se destacam nitidamente das demais quando se inspeciona os diagramas de Harker mostrados na figura 14, onde elas formam sempre pequenos agrupamentos que denotam maior enriquecimento em  $\text{CaO}$  e nos óxidos ferro-magnesianos. No diagrama da figura 15, onde estão relacionados os parâmetros P e Q de DEBON e Le FORT (1983) e que denotam respectivamente as participações dos feldspatos e do quartzo, observa-se que o conjunto das onze amostras fogem em muito ao padrão dos granodioritos, pois apenas três espécimes - uma quarta espécime se coloca na fronteira entre os granodioritos e os quartzodioritos - se situam nesse campo. As três amostras referidas ao grupo I correspondem a quartzodioritos e monzodiorito, enquanto cinco outras do grupo II acham-se distribuídas no campo dos quartzodioritos e dos tonalitos. Essas posições são bastante coerentes com os parâmetros petroquímicos (ID, IP e INC) mostrados na tabela 4. Outro argumento que parece reforçar as classificações químico-mineralógicas aqui referidas é o caráter nitidamente metaluminoso e mesocrático do conjunto sob análise, figura 16, destacando neste mister as três amostras do grupo I com valores do índice B de DEBON e Le FORT (op. cit) (indicador do aspecto mesocrático) superiores a 150.

Embora sejam predominantemente rochas de natureza cálcioalcalina como já se poderia antecipar pela simples observação dos "trends" dos diagramas de Harker, aqui, nas figuras 17 e 18 esse aspecto está bastante evidenciado. Observe-se nessas figuras a destacada posição das amostras do grupo I, caracterizada pelo alto enriquecimento em  $\text{CaO}$  e  $\text{MgO}$  ao lado dos baixos valores de  $\text{SiO}_2$ . Há que se destacar a ligação, ainda que sutil, entre o padrão eminentemente cálcioalcalino do conjunto de amostras representante da unidade em pauta e aquele tonalítico (toleítico) indicado pela posição de duas amostras acima da linha limite do campo cálcioalcalino.

No que tange aos elementos-traço do tipo LILE (elementos litófilos de grande raio iônico) verifica-se que o Ba é o predominante e ocorre em teores quase sempre o dobro da média da crosta superior (550ppm, segundo TAYLOR & McLENNAN, 1985), a exceção daqueles teores das amostras AV-08 e AV-10C (450 e 420, respectivamente). Também os teores de Rb são, exceto na amostra AV-76, sempre superiores ao teor média da crosta superior (112ppm), e guardam uma correlação positiva com os percentuais de  $\text{SiO}_2$  e de  $\text{K}_2\text{O}$ . Da mesma forma o Sr acha-se enriquecido em relação a média aqui considerada de 350ppm e mantém relação positiva com os percentuais de  $\text{CaO}$ . As razões K/Rb, a exceção

daquela registrada para a amostra AV-76, são próximas ou inferiores ao padrão crustal (250). Na amostra AV-76, entretanto, essa razão é bastante alta e equivale ao padrão da crosta inferior ( $K/Rb = 530$ ). As razões  $Rb/Sr$  são bem elevadas, a exceção do valor na amostra AV-76. Ambas essas características podem ser atribuídas a graus relativamente altos de diferenciação das rochas da unidade em pauta. Entretanto, esta suposição deve ser vista com reserva uma vez que apenas as amostras AN-08 e AN-03 podem corroborá-la, já que apenas nelas encontram-se relações diretas entre os altos percentuais de  $SiO_2$  e os altos valores dessa razão. O Zr, único HFSE analisado, apresenta teores bastante variados (30 - 218), não havendo qualquer relação, ainda que aparente, entre os teores desse elemento e as variações de concentrações dos ETRP (elementos de terras raras pesadas: Gd -Lu), ou com os percentuais de  $MgO$ ,  $TiO_2$  e  $SiO_2$ .

Quanto aos ETR (elementos de terras raras) destaca-se como principal característica os padrões fortemente fracionados de todas as curvas [(La/Yb)N: 10-58] tanto a nível dos ETRL (elementos de terras raras leves) - [(La/Sm)N: 2-5], quanto dos ETRP (elementos de terras raras pesadas) - [(Gd/Yb)N: 2-5], conforme mostrados na tabela 4 e na figura 19, onde os dados analíticos foram normalizados ao padrão condrito CI de SUN & McDONOUGH (1989). Nessa figura são apresentados três grupos de rochas, em função do enriquecimento dos ETRL, anomalia negativa do Eu e fracionamento dos ETRP. Nos dois primeiros grupos os ETRP se caracterizam pelo forte o fracionamento [(Gd/Yb)N: 2-3] e o aspecto de "bengala" ou concavidade para cima. As anomalias de Eu são relativamente baixas ( $Eu/Eu^* = 0,74$ ). O terceiro grupo se caracteriza por maiores valores das anomalias negativas de Eu ( $Eu/Eu^* = 0,5 - 0,6$ ) e menores fracionamentos dos ETRP. Observe-se que no grupo I o padrão da amostra AV-76, classificada quimicamente como um monzodiorito, é semelhante a aqueles das amostras AV-83, AV-84 (A,B) classificadas como grandioritos.

Essa provável associação de rochas granitoides com espécimes intermediárias ou, como designado por TEPPER et alii (1993) "MKS - medium potassic serie"- quartzo diorito-granodiorito, é típica de séries graníticas do tipo I, geradas a partir de rochas mantélicas, anfibolito por exemplo, com cristalização e fracionamento de granada e zircão em material residual. Constata-se também que as características até aqui arroladas são típicas de associações granitoides do tipo TTG.

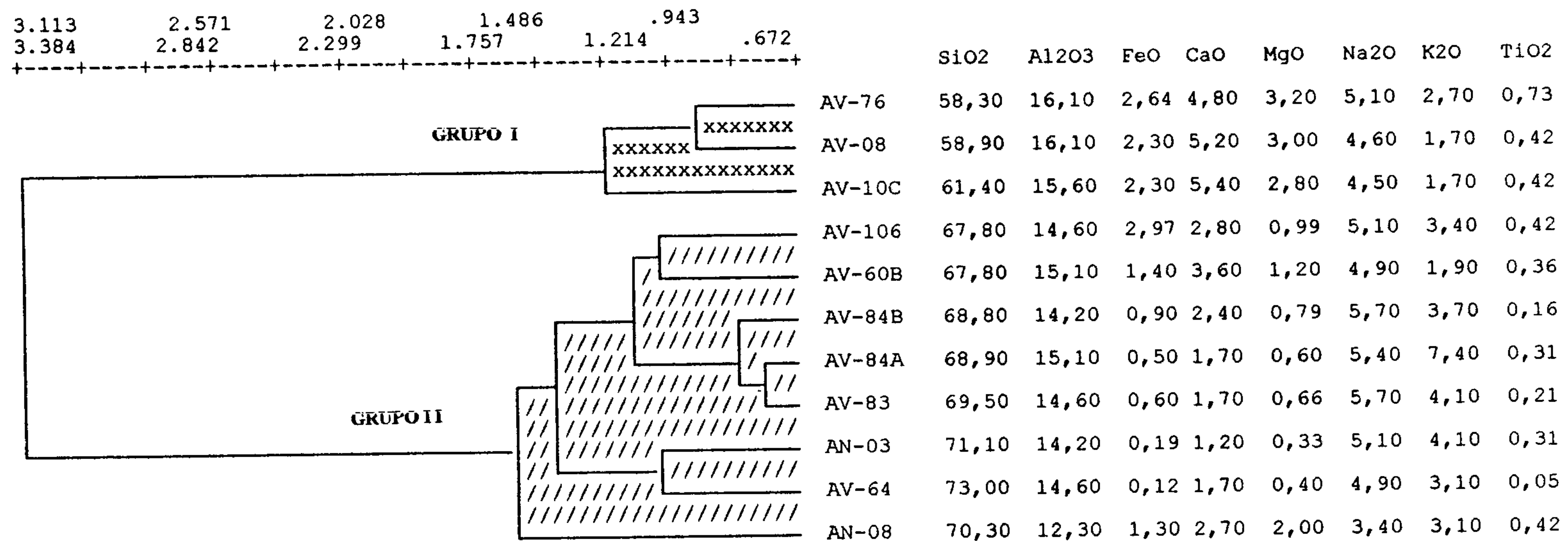
Por outro lado, os padrões dos ETR com fortes padrões fracionados e  $Yb < 5ppm$  são característicos de granitoides arqueanos.

O paleoambiente geotectônico onde ter-se-ia formado a unidade em estudo teria sido semelhante aos modernos ambientes compressivos do tipo margem continental convergente de maturidade moderada a baixa. Tal conclusão já se pode extrapolar a partir de sua natureza cálcioalcalina. No diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWDEN (1985), figura 20, as amostras da unidade em pauta se ajustam ao campo compressivo, porém com um forte espalhamento desde o campo de colisão pre-placa até o campo dos granitoides tardi-orogênicos. Tomando-se aqui os critérios de classificação estabelecidos por BARBARIN (1990), pode-se entender as rochas da Unidade Granidiorito Rio Maria como granitoides do tipo  $H_{CA}$  -cálcioalcalino pobres em K e ricos em Ca e de origem mista (manto+crosta).

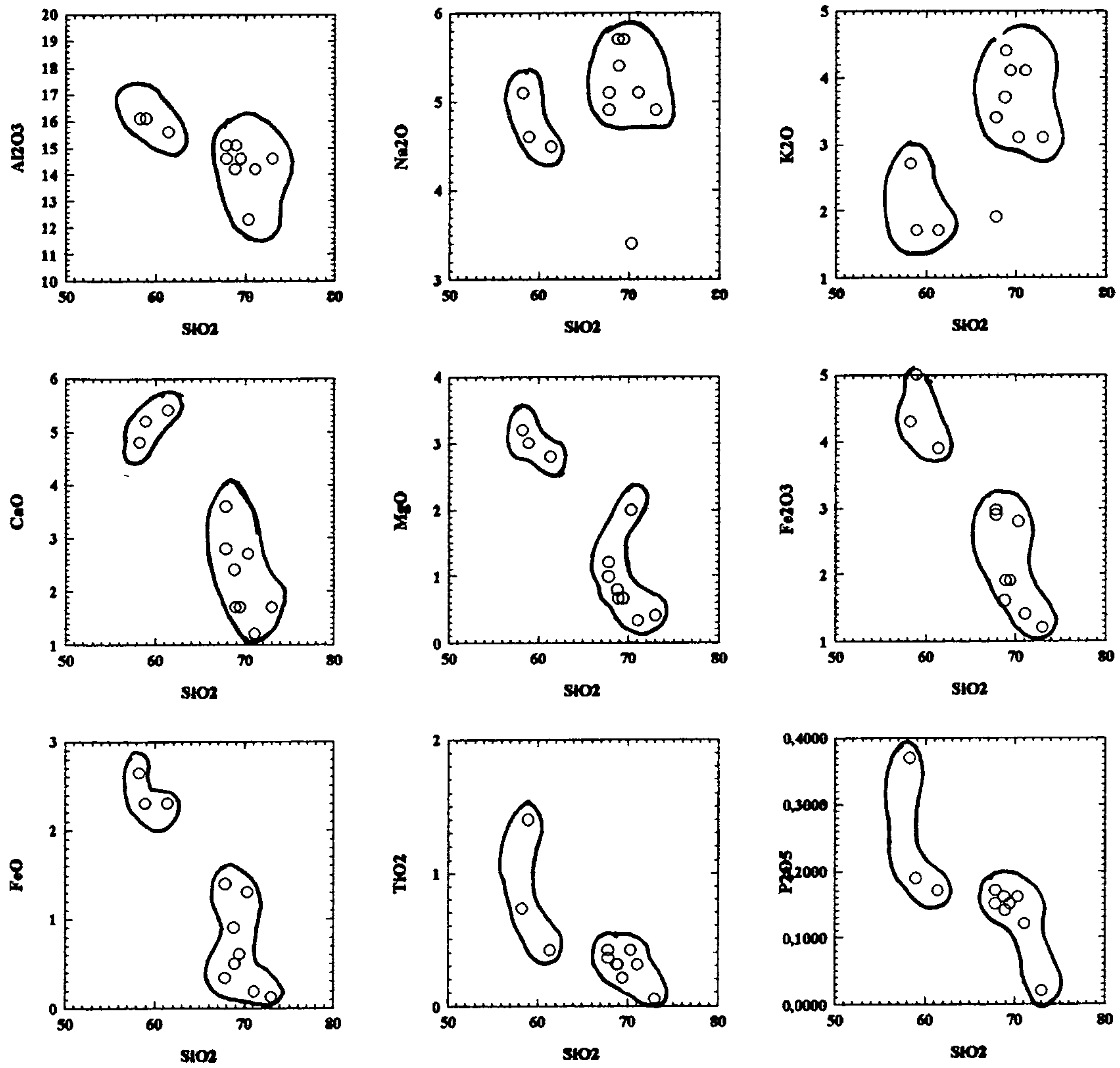
**TABELA 4 - DADOS QUIMICOS DO GRANODIORITO RIO MARIA - FOLHA REDENCAO**

	AV-76	AV-08	AV-10C	AV-106	AV-60B	AV-84B	AV-84A	AV-83	AN-08	AN-03	AV-64
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO <sub>2</sub>	58,30	58,90	61,40	67,80	67,80	68,80	68,90	69,50	70,30	71,10	73,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,10	16,10	15,60	14,60	15,10	14,20	15,10	14,60	12,30	14,20	14,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,29	5,00	3,90	2,97	2,90	1,60	1,90	1,90	2,80	1,40	1,20
FeO	2,64	2,30	2,30	0,33	1,40	0,90	0,50	0,60	1,30	0,19	0,12
MnO	0,07	0,10	0,10	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	3,20	3,00	2,80	0,99	1,20	0,79	0,66	0,66	2,00	0,33	0,40
CaO	4,80	5,20	5,40	2,80	3,60	2,40	1,70	1,70	2,70	1,20	1,70
Na <sub>2</sub> O	5,10	4,60	4,50	5,10	4,90	5,70	5,40	5,70	3,40	5,10	4,90
K <sub>2</sub> O	2,70	1,70	1,70	3,40	1,90	3,70	4,40	4,10	3,10	4,10	3,10
TiO <sub>2</sub>	0,73	0,42	0,42	0,42	0,36	0,31	0,31	0,21	0,42	0,31	0,05
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,37	0,19	0,17	0,15	0,17	0,16	0,14	0,15	0,16	0,12	0,02
H <sub>2</sub> O+	0,00	0,23	0,25	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	2,90	0,00	0,18
PF	1,10	1,40	1,50	1,80	0,78	0,69	0,67	0,72	1,10	1,00	0,87
Total	99,40	99,14	100,04	100,41	100,32	99,31	99,73	99,89	102,53	99,10	100,19
Ba	3000	450	420	2900	-	1000	1125	975	850	1150	-
Sr	900	390	310	480	-	740	800	740	300	290	-
Zr	52	125	148	93	-	218	30	30	192	99	-
Rb	58	174	125	155	-	186	212	241	166	212	-
Ba/Rb	51,72	2,59	3,36	18,71	-	5,38	5,31	4,05	5,12	5,42	-
Rb/Sr	0,06	0,45	0,40	0,32	-	0,25	0,27	0,33	0,55	0,73	-
Rb/Zr	1,12	1,39	0,84	1,67	-	0,85	7,07	8,03	0,86	2,14	-
K/Rb	561	118	164	264	-	240	250	205	225	233	-
La	28,56	34,44	23,31	17,7	-	25,79	26,89	30,04	27,59	21,74	-
Ce	68,09	84,75	58,44	33,28	-	48,75	51,15	64,95	67,35	47,04	-
Nd	33,9	41,02	31,32	19,3	-	18,17	19,04	25,19	27,91	17,55	-
Sm	6,07	7,74	5,87	3,56	-	2,71	2,96	4,28	4,57	2,61	-
Eu	1,28	1,16	0,85	0,74	-	0,58	0,64	0,86	0,78	0,49	-
Gd	4,09	5,34	4,03	2,35	-	1,91	2,16	2,7	2,7	1,43	-
Dy	2,78	4,73	3,08	1,39	-	1,29	1,64	1,71	1,97	0,74	-
Ho	0,51	0,91	0,62	0,25	-	0,26	0,31	0,31	0,38	0,12	-
Er	1,21	2,67	1,75	0,54	-	0,7	0,8	0,68	1,01	0,25	-
Yb	0,9	2,11	1,35	0,37	-	0,63	0,72	0,59	0,88	0,25	-
Lu	0,11	0,29	0,21	0,05	-	0,13	0,11	0,09	0,12	0,04	-
SUMETR	147,53	185,19	130,86	79,56	-	100,95	106,45	131,43	135,29	92,3	-
(Eu/Eu*)N	0,74	0,52	0,5	0,73	-	0,74	0,74	0,72	0,62	0,71	-
(Gd/Yb)N	3,66	2,04	2,41	5,13	-	2,43	2,42	3,69	2,47	4,61	-
(La/Yb)N	21,37	10,97	11,64	32,2	-	27,41	25,13	34,3	21,11	58,23	-
(La/Sm)N	2,96	2,8	2,49	3,12	-	5,98	5,71	4,41	3,8	5,23	-
q	3,79	8,97	13,13	19,63	22,87	17,72	17,35	17,75	30,80	23,78	28,70
or	16,26	10,33	10,24	20,39	11,30	22,17	26,24	24,43	18,60	24,69	18,47
ab	43,99	40,04	38,81	43,80	41,76	48,90	46,12	48,64	29,22	43,98	41,81
an	13,31	18,78	17,68	7,00	13,69	2,26	4,00	2,16	9,28	3,81	8,37
mt	3,29	2,86	2,83	2,82	2,71	2,03	0,98	1,89	2,82	0,00	0,24
il	1,41	0,82	0,81	0,81	0,68	0,59	0,59	0,40	0,81	0,40	0,09
ap	0,89	0,46	0,41	0,36	0,40	0,38	0,33	0,35	0,38	0,29	0,04
ID	64,01	59,28	62,13	83,83	75,93	90,03	90,76	91,85	78,63	93,00	89,64
IP	0,53	0,37	0,38	0,67	0,39	0,65	0,81	0,72	0,91	0,80	0,63
INC	21,78	21,47	19,78	8,82	9,99	2,91	2,78	2,77	11,71	1,95	1,43
PAL	0,80	0,85	0,82	0,85	0,91	0,80	0,90	0,86	0,89	0,95	1,01
PALK	0,70	0,58	0,59	0,83	0,67	0,94	0,90	0,95	0,73	0,90	0,78
MgN	0,57	0,55	0,56	0,54	0,45	0,48	0,48	0,46	0,59	0,44	0,54

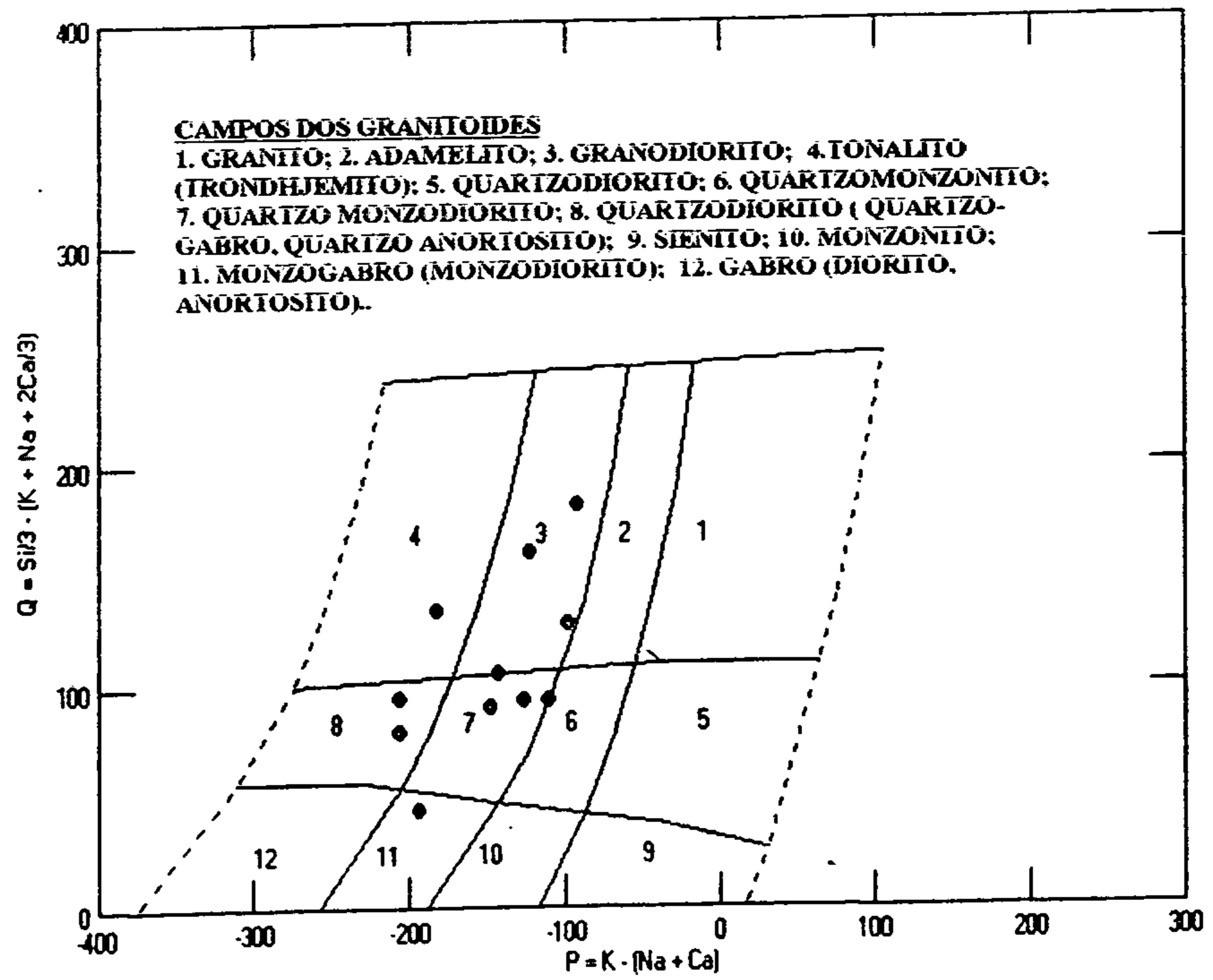
**CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA:** BIOTITA-HORNBLENDA GRANODIORITO (3,6); HORNBLENDA-BIOTITA GRANODIORITO (5); BIOTITA-HORNBLENDA GRANODIORITO RICO EM ALLANITA E COM CLINOPIROXÊNIO RELIQUIAR (2,9); HORNBLENDA GRANODIORITO (7); HORNBLENDA MONZOGRANITO 8); MOSCOVITA-BIOTITA MONZOGRANITO (11); GRANODIORITO COM MINERAL MÁFICO TOTALMENTE CONVERTIDO EM CLORITA E MINERAIS OPACOS (10); HORNBLENDA-BIOTITA GRANODIORITO COM HIPERSTÊNIO RELIQUIAR (1).  
 ID: INDICE DE DIFERENCIAÇÃO DE THORTON E TUTTLE (1960):  $(q+ab+or+ne+tp+ic)$ ;  
 IP: INDICE PETROGENÉTICO DE ENGEL (1974):  $K_2O/Na_2O$ ; PAL: PARAMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND (1982);  
 PALK: INDICE DE PERALCALINIDADE :  $moi(K_2O+Na_2O)/ moi Al_2O_3$ .



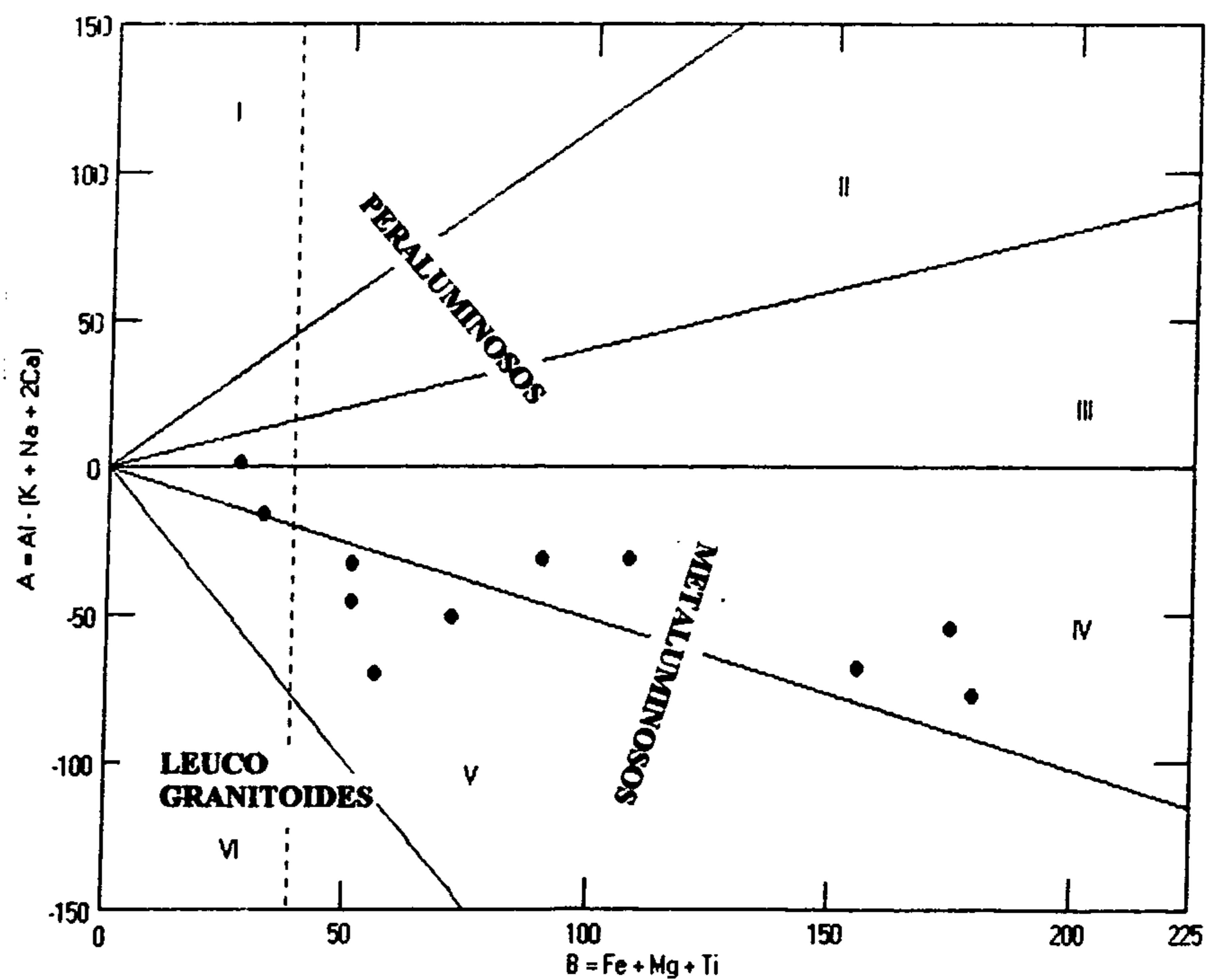
**FIGURA 13 DENDROGRAMA BASEADO NOS PERCENTUAIS DOS ÓXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES DAS ROCHAS GRANITICAS DA UNIDADE "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO. OS ÍNDICES DE SIMILARIDADE SÃO OS COEFICIENTES DE DISTÂNCIA EUCLIDEANA.**



**FIGURA 14** DIAGRAMAS DO TIPO HARKER PARA AS ROCHAS GRANITOIDES DA UNIDADE "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 15** DIAGRAMA P x Q DE DEBON & Le FORT (1983), APLICADO AO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 16** DIAGRAMA B x A DE DEBON E Le FORT (1983), APLICADO AO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.



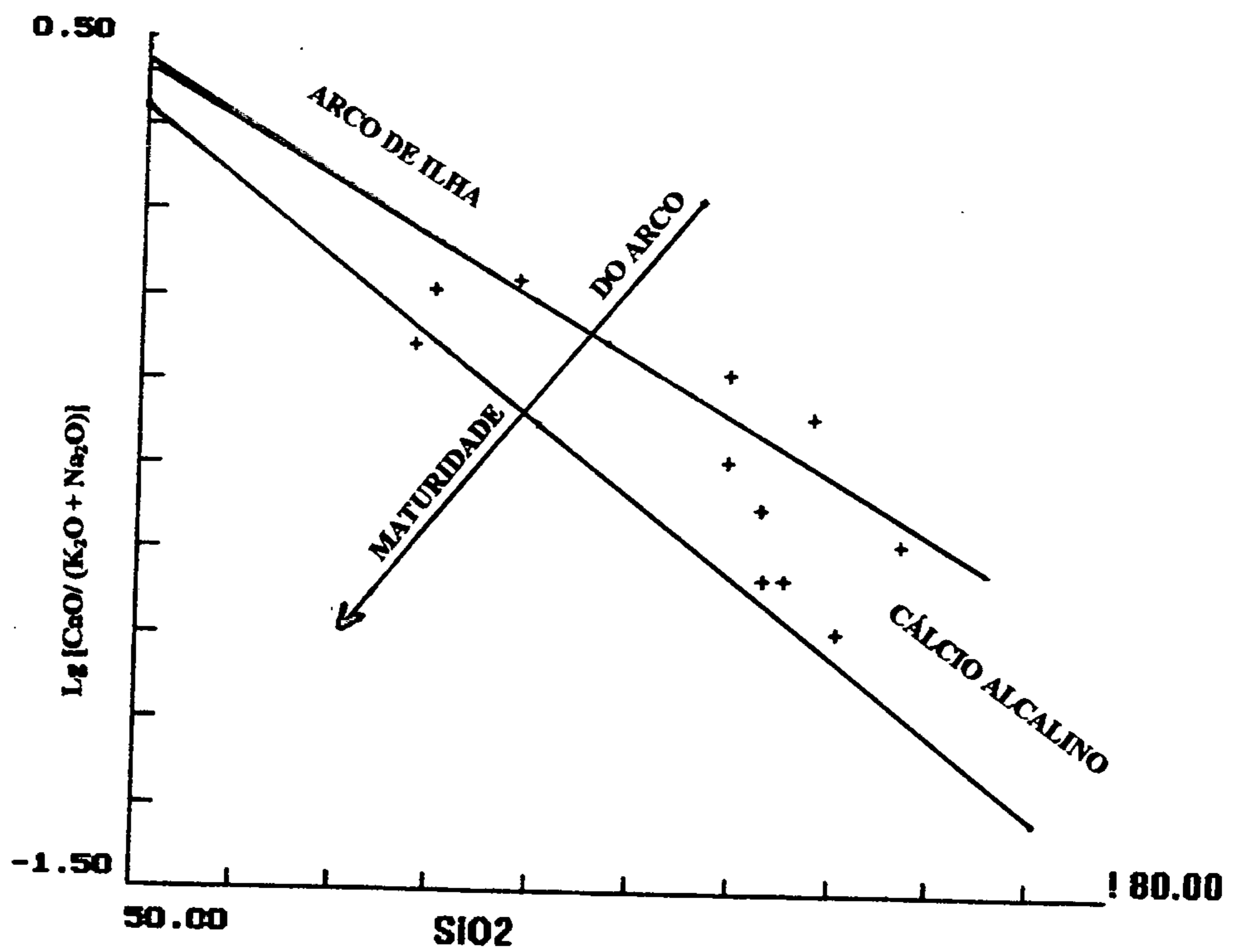


FIGURA 17 DIAGRAMA SiO<sub>2</sub> VERSUS CaO/ÁLCALIS DE BROWN (1982), APLICADO AO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO

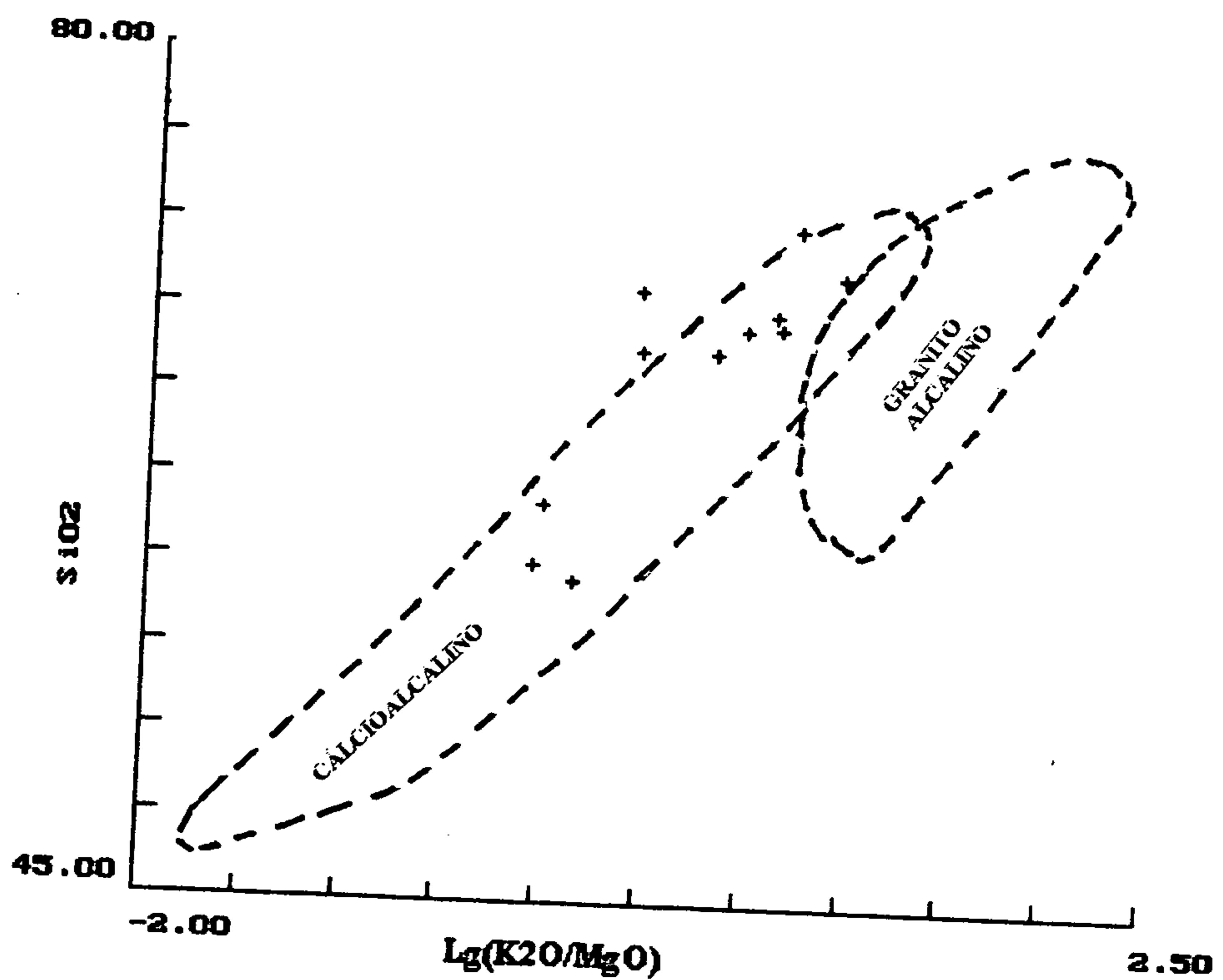
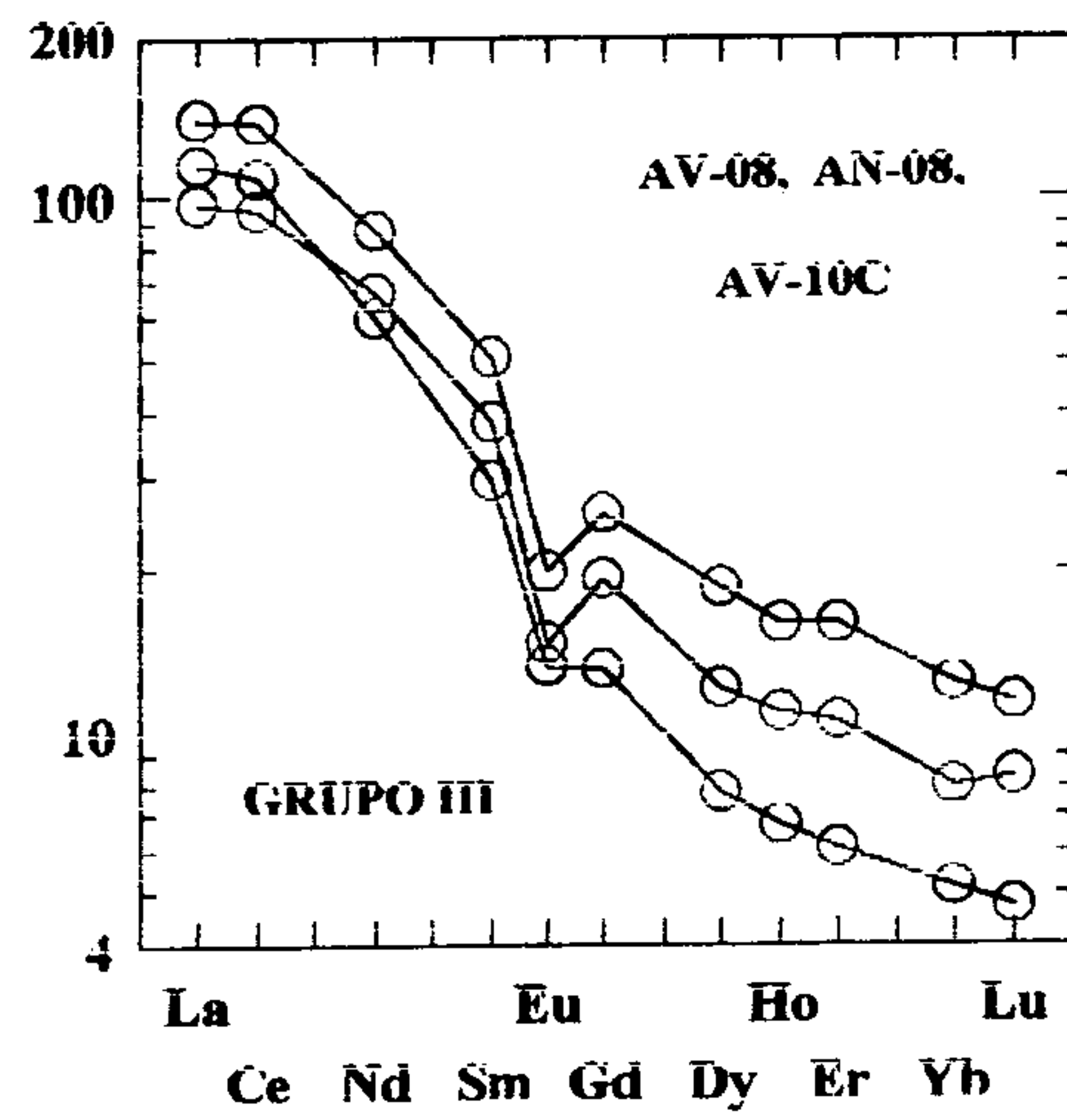
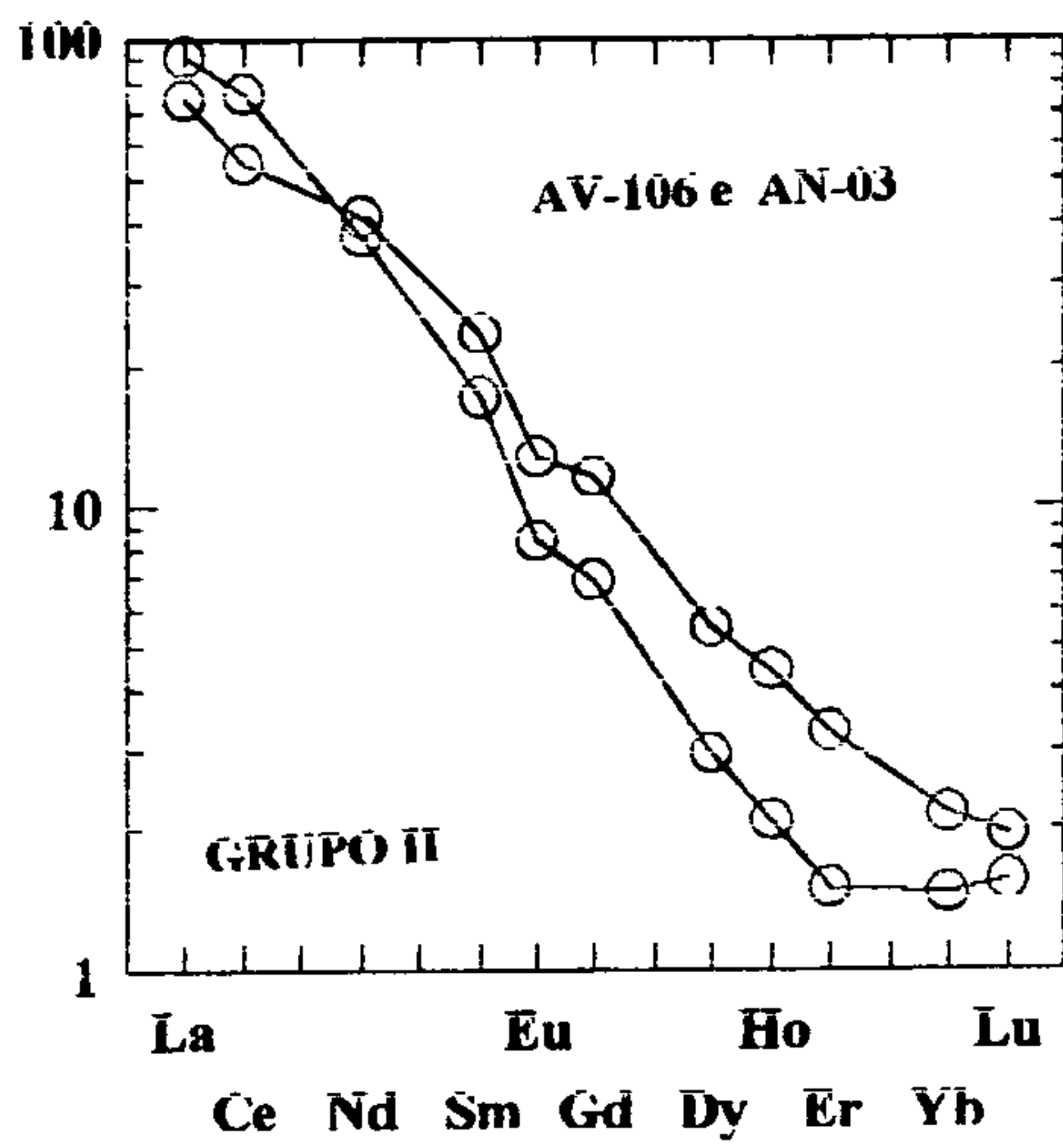
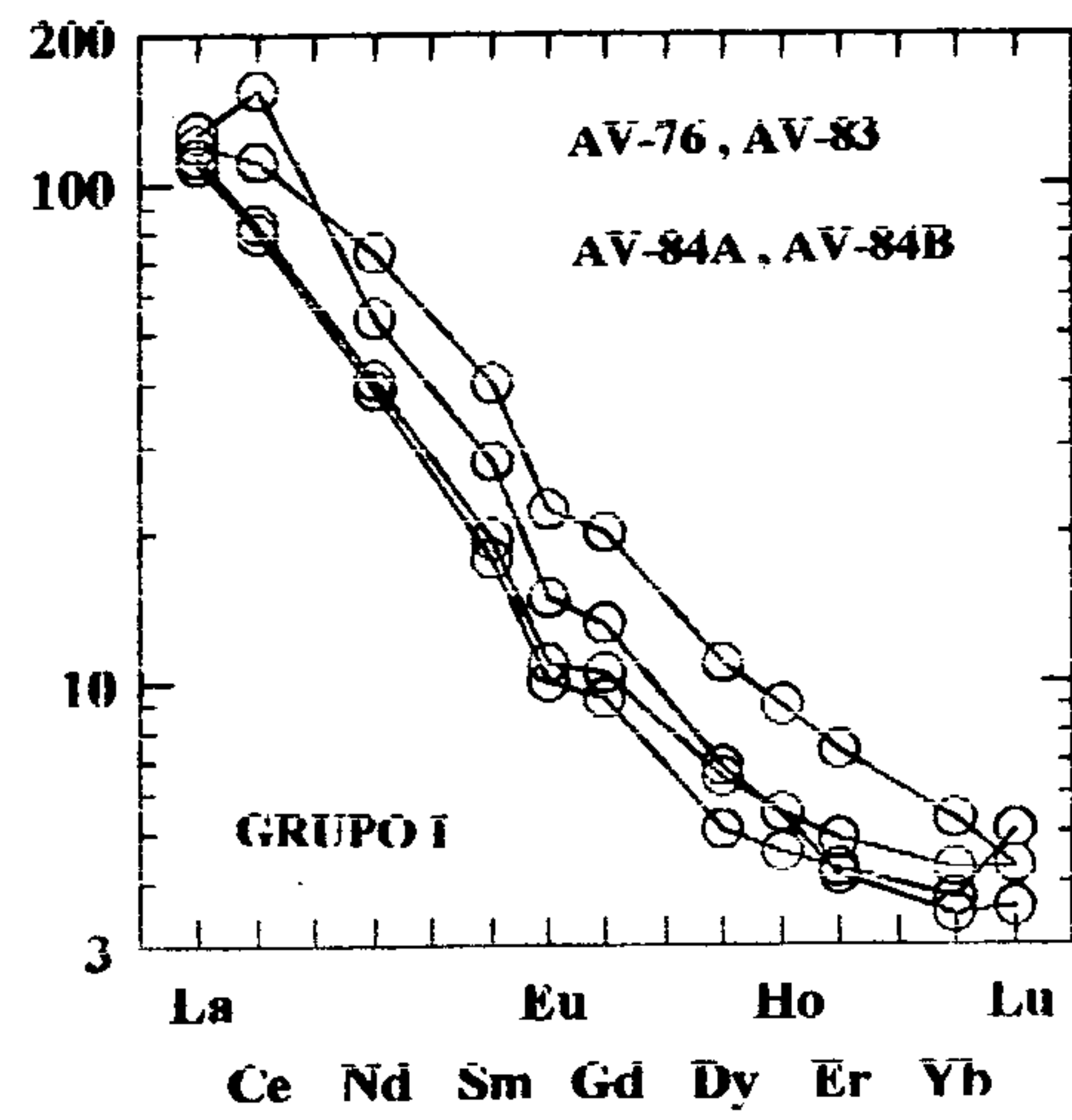
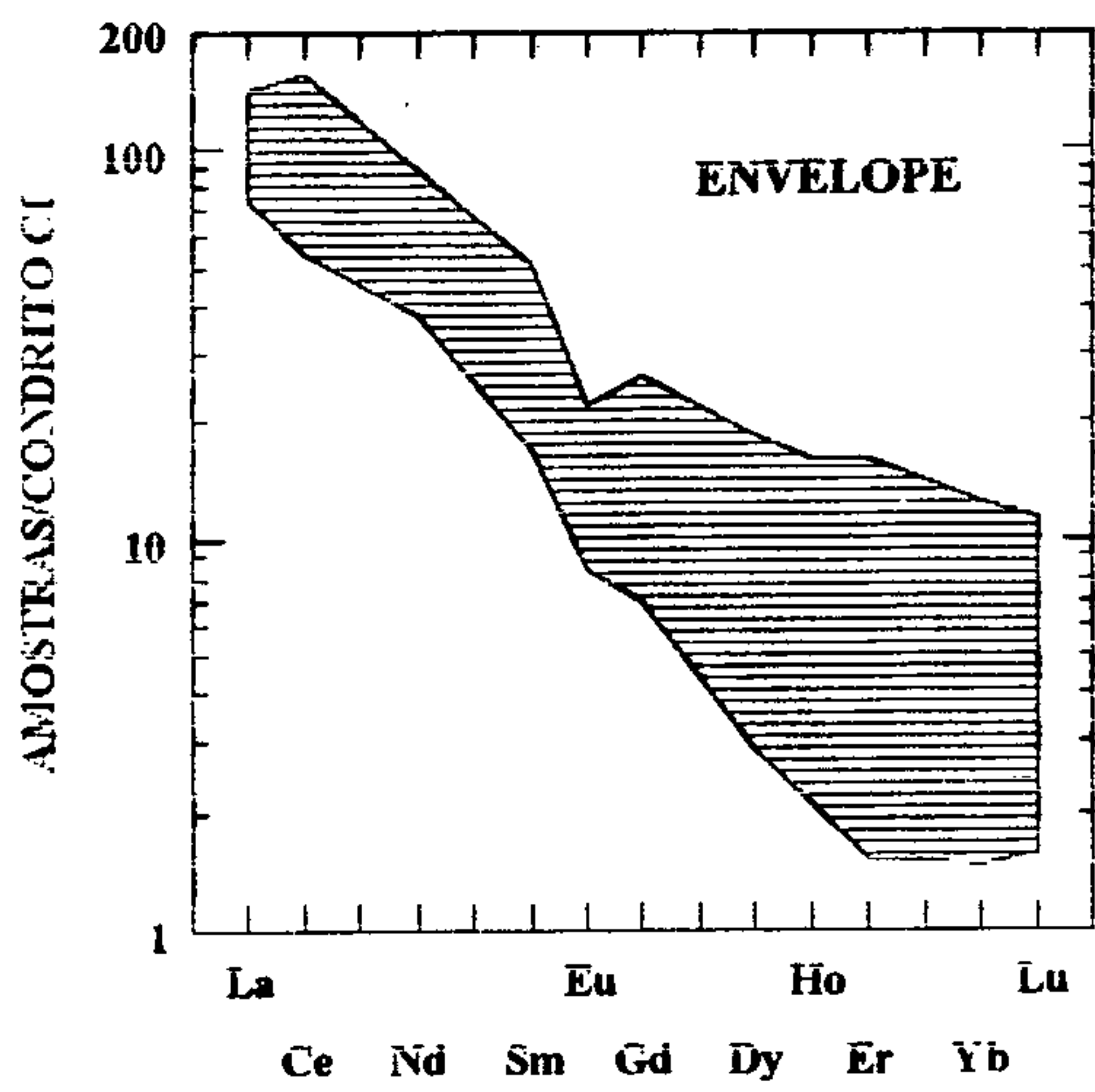
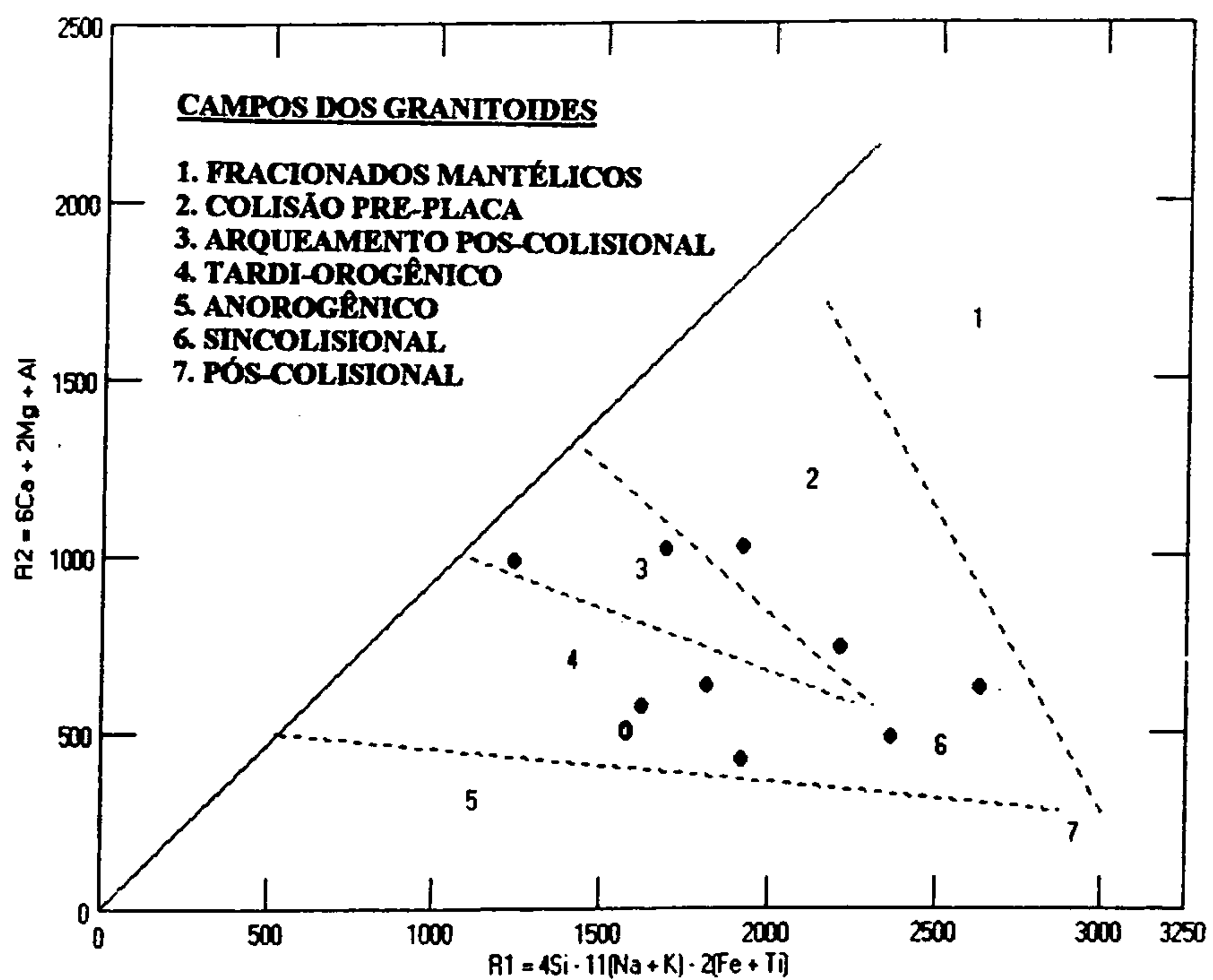


FIGURA 18 DIAGRAMA SiO<sub>2</sub> VESUS K<sub>2</sub>O/MgO DE RÖGERS & GREENBERG (1981), APLICADO AO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 19 ARANHOGRAMAS DOS PADRÕES DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS, NORMALIZADOS SEGUNDO OS VALORES DO CONDRI TO CI DE SUN & McDONOUGH (1989), PARA AS AMOSTRAS DO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.**



**FIGURA 20 . DIAGRAMA R1-R2 FR BATCHELOR & BOWDEN (1985), APLICADO ÀS AMOSTRAS DO "GRANODIORITO RIO MARIA", NA FOLHA REDENÇÃO.**

### 3. GRANITO XINGUARA

Os dados químicos constantes da **tabela 5** serviram de embasamento aos estudos litogeoquímicos de vinte e cinco amostras de granitoides da presente unidade litoestratigráfica.

Essas amostras foram classificadas ao microscópio principalmente como **monzogranitos** além de outros tipos menos frequentes na unidade como **granodiorito** e **sienogranito**.

No que tange aos percentuais dos óxidos dos elementos maiores as amostras aqui analisadas diferem bastante daquelas pertencentes às duas unidades precedentes. Trata-se de rochas, de um lado ricas em sílica, potássio (IP -  $K_2O/Na_2O > 1,5$ ) e alumínio (76% das amostras contem córindon normativo - c), bem diferenciadas (ID próximo ou superior a 90), com forte tendência alcalina (PALK: 0,79 - 0,97) e, de outro, pobres em elementos ferro-magnesianos ( com MgN variando, em grande parte, em torno de 0,40), além de corresponderem aos chamados **granitos pobres em CaO** ( $CaO < 2\%$ ).

No que pese o padrão químico geral típico dessa unidade a inspeção detalhada dos percentuais dos elementos maiores, usando-se para tanto o dendrograma da **figura 21**, indica que pelo menos 4 grupos de rochas podem ser identificados, além de 3 amostras (AV-35B, AV-189 e AV-164) de caráter bastante diversificado desses grupos. As duas primeiras são as mais empobrecidas em sílica enquanto a terceira apresenta o mais baixo percentual em cálcio, percentual moderado em sílica, baixo álcalis e alto em ferro-magnesianos. O grupo I é relativamente pobre em sílica e mais rico em cálcio e em ferro-magnesianos. No grupo II estão as amostras mais ricas em sílica ao lado de baixos percentuais em CaO e moderados em ferro-magnesianos. As amostras do grupo III destacam-se pelos percentuais altos de álcalis e moderados de sílica. Finalmente, no grupo IV observam-se percentuais altos de álcalis e moderado a alto de sílica.

Nos diagramas do tipo Harker da **figura 22**, muito embora haja alinhamentos indesejáveis de amostras em diversos óxidos (erro analítico ?) os "trends" são negativos para o CaO, o ferro, o magnésio e o fósforo, porém positivo para o potássio, assemelhando-se, assim, aos padrões de correlações normalmente encontrados nas rochas da série cálcioalcalina.

As classificações químico-mineralógicas indicadas no diagrama Q x P de **DEBON & Le FORT (1983)**, **figura 23**, correspondem a granitos e adamelitos, sendo, portanto, coerentes com os resultados decorrentes dos estudos microscópicos. Verifica-se ainda, a partir do diagrama B x A do citado autor, **figura 24**, que a grande maioria dos espécimes é de granitoides **leucocráticos** e que variam entre termos **peraluminosos (alguns muito ricos em moscovita) e metaluminosos**.

A natureza cálcioalcalina a alcalina pode ser visualizada a partir dos diagramas  $SiO_2$  versus  $K_2O/MgO$ , **figura 25** e  $SiO_2$  versus  $CaO/K_2O$ , **figura 26**, devidos, respectivamente a **RÖGERS & GREENBERG (1981)** e **BROWN (1982)**.

As concentrações dos elementos-traço do tipo LILE (Ba, Rb e Sr) são bastante variadas e todos eles ocorrem, na maioria das amostras, com teores superiores às médias desses elementos na crosta continental superior (respectivamente: 550, 112 e 350ppm; seg. **TAYLOR & MACLENNAN, 1985**), refletindo, provavelmente a presença marcante de micas e de feldspato potássico nessas rochas. As razões K/Rb na grande maioria das amostras, sempre inferiores a 300 dão uma boa indicação do forte grau de diferenciação das amostras em questão. As razões Rb/Sr, a exceção das amostras (AV-35B, AV-189 ,

AV-164, AV-25A e AV-49A) são superiores a 1, chegando a atingir valores superiores a seis, que na concepção de **HARRIS & INGER (1992)** equivale ao de fusão sem vapor de pelito rico em moscovita (os leucogranitos do Himalaia tem razões Rb/Sr superiores a 5).

Quanto aos elementos do tipo HFS (elementos de alto campo de força) foram analisados o Zr e os elementos lantanídeos (ETR - elementos de terras raras). Embora os teores do Zr variem numa ampla faixa, de 30 a 509 ppm, eles são predominantemente altos, acima de 100ppm. Tal fato além de relacionar-se a presença de abundante mica e de feldspato pode ser indicativo do caráter "high heat production - HHP dos granitos dessa unidade. Não há qualquer correlação, positiva ou negativa entre os teores desse elemento e os percentuais de SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> ou CaO ou ainda com os teores dos lantanídeos. Por outro lado, a abundância de Zr juntamente com os teores de Rb indicam a tendência **alcalina** das rochas da unidade em pauta, além de que a grande variância desses elementos pode estar relacionada a fenômenos de hidrotermalismo. As razões Rb/Zr acima de 2 e SiO<sub>2</sub> acima de 70% correspondem, segundo **HARRIS et al (1986)** a granitoides do tipo colisional.

Com base nos diagramas tipo aranhogramas dos lantanídeos, expostos na **figura 27**, pode-se identificar dois grandes grupos de amostras além de duas amostras com padrões bastante distintos. As amostras do grupo I, em número de nove, se caracterizam pelos altos valores de anomalias negativas de európio ( $Eu/Eu^* > 0,5$ ) e moderado fracionamento dos lantanídeos ( $La_N/Yb_N : 11 - 30$ ) e maiores concentrações dos elementos de terras raras pesadas (Gd - Yb). O grupo II, integrado por 11 amostras, é caracterizado por fortes fracionamentos ( $La_N/Yb_N : 40 - 140$ ), moderadas anomalias negativas de európio ( $Eu/Eu^* : 0,5 - 0,6$ ), formato côncavo para cima do ramo das terras ítricas (Gd - Yb) e forte fracionamento do ramo das terras céricas (La - Sm). As duas amostras (AV-06 e AV-35) separadas no grupo III, se destacam pelo padrão côncavo das terras ítricas, o alto fracionamento indicado pela forte inclinação das curvas e pela presença de anomalia positiva ou negativa de pequeno valor de európio.

Quanto a ambiência geotectônica a aplicação do diagrama R1-R2 de **BATCHELOR & BOWDEN (1986)**, **figura 28**, indica que os granitoides da unidade "Granito Xinguara" se formaram em ambiente tipo **tardi-orogênico**. As razões Rb/Zr, segundo **HARRIS et al (1986)**, são semelhantes a aquelas dos granitos do **tipo III** ou **post-colisionais**. Os padrões dos ETR (elementos de terras raras) com fortes declives e enriquecimento nos elementos céricos além de corresponderem aos granitos **cálcioalcalinos**, cuja rocha fonte contém granada como resíduo, indicam, segundo **PLANT et al (1985)**, que a geração dos granitoides aqui analisados ocorreu nas fases tardias do ciclo orogênico.

As características metalogenéticas da unidade ainda não estão bem definidas. Mas por se tratar de granitoide do tipo HHP ("high heat production") bem como pelos altos teores e ampla variação dos teores dos LILE e dos HFSE pode-se suspeitar que fenômenos de hidrotermalismo foram efetivos nesses granitoides, podendo gerar concentrações metalogenéticas de interesse econômico como por exemplo Sn -W ou U. Entretanto, são necessários maiores estudos sobretudo análises de elementos traço e até mesmo de isótopos para melhor definir a natureza metalogenética dessa unidade.

TABELA 5. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO "GRANITO XINGUARA"  
NA FOLHA REDENÇÃO

	AV-35B	AV-189	AV-41A	AV-42	AV-11	AV-164	AV-168	AV-41B	AV-25A	AV-30	AV-151	AV-183	AV-06	AV-02B	AV-165	AV-157	AV-185	AV-29	AV-49A	AV-04	AV-184	AN-02	AN-01	AV-33	AV-45B
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
SiO <sub>2</sub>	68,40	70,90	71,20	71,50	72,10	72,50	72,80	72,80	73,00	73,00	73,20	73,40	73,90	74,00	74,30	74,30	74,60	74,60	74,90	75,20	75,30	75,30	75,60	75,80	76,20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,10	14,20	14,20	14,20	14,20	13,20	14,20	14,20	14,60	14,20	13,20	13,70	13,70	14,20	13,70	12,30	13,70	13,70	14,20	13,20	13,20	13,20	13,20	13,20	12,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,70	1,10	2,10	1,60	1,40	1,70	0,77	1,60	0,90	1,30	2,00	1,20	1,00	0,90	1,30	1,90	0,41	0,93	0,47	0,70	0,64	0,84	0,84	0,76	0,71
FeO	0,28	0,37	0,14	0,19	0,60	0,08	0,33	0,14	0,09	0,28	0,12	0,37	0,10	0,09	0,23	0,17	0,14	0,19	0,09	0,14	0,19	0,14	0,14	0,09	0,33
MnO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	0,66	0,25	0,46	0,29	0,23	0,21	0,12	0,29	0,17	0,19	0,71	0,12	0,12	0,03	0,12	0,50	0,08	0,12	0,07	0,07	0,08	0,12	0,08	0,04	0,05
CaO	1,80	1,00	1,60	1,30	0,96	0,24	1,20	1,20	1,40	0,90	1,10	1,20	1,30	0,43	1,00	1,70	0,84	0,91	0,42	0,70	0,84	0,70	0,70	0,42	1,10
Na <sub>2</sub> O	4,30	5,10	3,50	3,50	3,50	3,40	3,50	3,50	4,30	3,50	3,20	3,20	4,10	4,10	3,20	3,20	4,10	3,50	4,60	3,80	3,20	3,80	3,50	3,20	3,20
K <sub>2</sub> O	5,10	5,10	5,10	5,30	5,60	3,80	5,20	5,00	4,20	5,20	4,80	5,30	4,50	4,50	4,60	4,80	4,80	4,80	4,60	5,60	5,10	4,80	4,80	4,80	4,80
TiO <sub>2</sub>	0,63	0,26	0,31	0,31	0,10	0,21	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,21	0,10	0,10	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25	0,09	0,14	0,10	0,10	0,07	0,03	0,10	0,03	0,06	0,08	0,04	0,04	0,02	0,02	0,07	0,02	0,04	0,02	0,04	0,02	0,06	0,05	0,02	0,11
H <sub>2</sub> O	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,40	0,10	0,00	0,00	0,00	0,14	0,10	0,00	0,20	0,30	0,10	0,20	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00
PF	0,42	1,00	1,00	1,00	1,10	2,00	0,80	0,60	1,00	1,30	0,73	1,10	0,81	0,81	1,20	0,59	1,00	0,93	0,62	0,85	1,10	0,50	0,60	1,40	0,92
Total	99,69	99,72	99,80	99,34	99,94	97,83	100,10	99,99	99,84	100,08	99,40	99,88	100,02	99,78	100,12	99,89	100,04	99,87	100,14	100,40	100,12	99,72	99,66	99,88	99,87
Ba	2400	880	1000	1450	1675	940	710	975	1300	875	1025	760	1025	510	600	780	380	425	3000	375	530	280	490	105	170
Sr	470	215	215	180	175	305	185	175	300	135	175	135	175	120	110	95	75	75	405	55	100	45	50	25	260
Zr	509	452	304	194	442	342	189	461	92	452	72	452	72	178	234	304	452	250	30	145	452	214	220	140	247
Rb	200	204	243	415	307	294	458	307	174	204	261	204	261	353	509	350	204	312	154	393	204	415	438	189	268
Y	10	40	10	10	10	10	10	10	10	40	10	40	10	10	10	10	40	10	10	10	40	10	10	10	10
K/Rb	307,17	301,15	252,82	153,84	219,73	155,70	152,55	196,19	290,77	307,05	221,54	312,96	221,54	163,20	103,86	165,20	283,44	185,32	359,82	171,65	301,15	139,33	132,01	305,93	215,75
Ba/Rb	12,00	4,31	4,12	3,49	5,46	3,20	1,55	3,18	7,47	4,29	3,93	3,73	3,93	1,44	1,18	2,23	1,86	1,36	19,43	0,95	2,60	0,67	1,12	0,56	0,63
Rb/Sr	0,43	0,95	1,13	2,31	1,75	0,96	2,48	1,75	0,58	1,51	1,49	1,51	1,49	2,94	4,63	3,68	2,72	4,16	0,38	7,15	2,04	9,22	8,76	7,56	1,03
Rb/Zr	0,39	0,45	0,80	2,14	0,69	0,86	2,42	0,67	1,89	0,45	3,63	0,45	3,63	1,53	2,18	1,15	0,45	1,25	5,13	2,71	0,45	1,94	1,99	1,35	1,09
La	117,10	52,33	65,60	94,28	116,10	55,92	27,64	73,02	37,90	64,10	-	48,03	20,45	21,61	27,39	-	56,23	42,29	3,74	27,27	16,32	22,12	37,64	22,58	-
Ce	240,80	107,00	147,20	191,80	223,50	100,90	58,42	159,20	76,99	121,00	-	99,53	41,76	50,29	67,57	-	90,33	97,67	8,00	58,65	34,66	46,59	79,64	39,75	-
Nd	79,22	35,41	51,85	58,64	57,45	34,84	21,24	55,88	22,69	41,42	-	32,43	11,94	18,43	21,38	-	36,80	28,89	2,40	19,21	10,68	17,98	28,29	12,60	-
Sm	9,91	4,76	8,49	7,66	6,45	4,26	3,49	9,14	2,88	6,48	-	5,19	1,56	3,25	3,70	-	6,34	4,84	0,52	3,56	1,97	3,85	5,14	2,02	-
Eu	1,54	0,68	1,12	0,94	0,82	0,55	0,41	0,96	0,50	0,63	-	0,55	0,42	0,34	0,36	-	0,51	0,51	0,15	0,33	0,35	0,27	0,39	0,41	-
Gd	4,89	2,63	5,41	3,58	3,18	1,89	2,34	5,47	1,43	4,66	-	3,37	0,83	2,18	2,69	-	4,60	3,28	0,56	2,72	1,36	3,02	3,72	1,41	-
Dy	2,14	1,52	3,66	2,20	1,61	1,02	2,00	3,16	0,67	3,18	-	1,99	0,62	1,53	2,66	-	4,38	2,40	0,51	2,51	1,34	2,50	3,32	1,18	-
Ho	0,38	0,25	0,69	0,39	0,31	0,17	0,40	0,56	0,12	0,59	-	0,33	0,12	0,39	0,52	-	0,85	0,44	0,10	0,48	0,20	0,47	0,65	0,21	-
Er	0,80	0,43	1,72	0,83	0,84	0,32	1,04	1,17	0,27	1,38	-	0,61	0,29	1,03	1,34	-	2,21	0,99	0,31	1,18	0,43	1,19	1,73	0,49	-
Yb	0,55	0,47	1,46	0,62	0,78	0,34	1,12	0,79	0,20	0,98	-	0,49	0,39	1,21	1,32	-	1,92	0,65	0,31	1,09	0,43	1,09	1,75	0,59	-
Lu	0,10	0,06	0,18	0,08	0,14	0,04	0,16	0,10	0,03	0,17	-	0,09	0,05	0,17	0,16	-	0,25	0,12	0,07	0,17	0,05	0,15	0,23	0,07	-
SUM(ETR)	457,45	205,57	287,41	361,05	411,22	200,28	118,28	309,48	143,71	244,63	-	192,70	78,43	100,97	129,11	-	204,44	182,09	16,69	117,20	67,81	99,25	162,53	31,62	-
(Eu/Eu*)	0,60	0,53	0,47	0,48	0,49	0,51	0,41	0,38	0,67	0,33	-	0,38	1,02	0,37	0,33	-	0,27	0,37	0,85	0,31	0,61	0,23	0,26	0,84	-
(Gd/Yb)N	7,06	4,52	2,99	4,61	3,26	4,43	1,67	5,58	5,67	3,81	-	5,45	1,72	1,45	1,64	-	1,93	4,07	1,46	2,01	2,52	2,23	1,71	1,32	-
(La/Yb)N	141,39	75,15	30,32	101,33	99,32	110,63	16,53	62,15	125,40	43,79	-	65,03	35,39	11,99	13,95	-	19,72	43,78	8,15	16,79	25,20	13,64	14,45	23,70	-
(La/Sm)N	7,43	6,90	4,86	7,74	11,31	8,25	4,98	5,02	8,26	6,22	-	5,83	8,25	4,18	4,65	-	5,58	5,50	4,53	4,81	5,21	3,61	4,60	8,32	-
Q	19,58	20,55	27,94	28,39	28,52	39,35	26,30	29,02	29,08	31,08	33,43	32,29	29,36	31,07	36,32	34,04	30,83	34,22	29,73	30,48	35,76	33,58	35,73	38,50	37,49
C	0,00	0,00	0,35	0,59	0,88	3,38	0,00	0,59	0,51	1,33	0,87	0,62	0,00	1,45	1,71	0,00	0,28	1,20	0,94	0,00	0,94	0,62	1,10	2,05	0,10
OR	30,35	30,62	30,50	31,84	33,47	23,53	34,54	29,72	25,11	31,10	28,78	31,73	28,59	28,71	27,56	28,59	28,69	28,66	27,31	33,24	30,52	28,58	28,63	28,80	28,66
AB	36,65	43,84	29,97	30,11	29,96	30,14	32,41	32,35	36,81	29,98	27,48	27,43	34,96	35,12	27,45	27,29	35,09	29,93	39,10	32,29	27,42	32,40	29,89	27,49	27,36
AN	6,88	0,80	7,10	5,89	4,15	0,76	4,59	5,33	6,82	4,12	5,20	5,76	4,84	2,27	4,89	5,06	4,03	4,29	1,96	2,43	4,03	3,10	3,17	1,98	4,78
BY	1,65	0,00	1,16	0,73	0,58	0,54	0,00	0,72	0,42	0,47	1,79	0,30	0,00	0,20	0,30	0,20	0,20	0,30	0,17	0,00	0,20	0,30	0,20	0,10	0,12
MT	0,00	0,44	0,00	0,00	1,66	0,00	0,78	0,00	0,00	0,62	0,09	0,91	0,03	0,14	0,45	0,00	0,16	0,32	0,00	0,30	0,32	0,00	0,16	0,00	0,78
IL	0,59	0,50	0,29	0,40	0,19	0,11	0,19	0,29	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,09	0,19	0,36	0,19	0,19	0,19	0,09	0,19	0,29	0,19	0,19	0,19
HM	2,72	0,81	2,12	1,62	0,26	1,78	0,23	1,61	0,91	0,88	1,96	0,58	0,58	0,81	1,00	1,91	0,30	0,71	0,47	0,49	0,42	0,84	0,73	0,77	0,17
AP	0,59	0,21	0,33	0,24	0,24	0,17	0,07	0,23	0,07	0,14	0,12	0,09	0,09	0,04	0,04	0,16	0,04	0,09	0,04	0,09	0,04	0,14	0,12	0,04	0,26
ID	88,06	95,43	89,17	90,83	92,35	93,39	93,48	91,56	91,29	92,49	90,85														



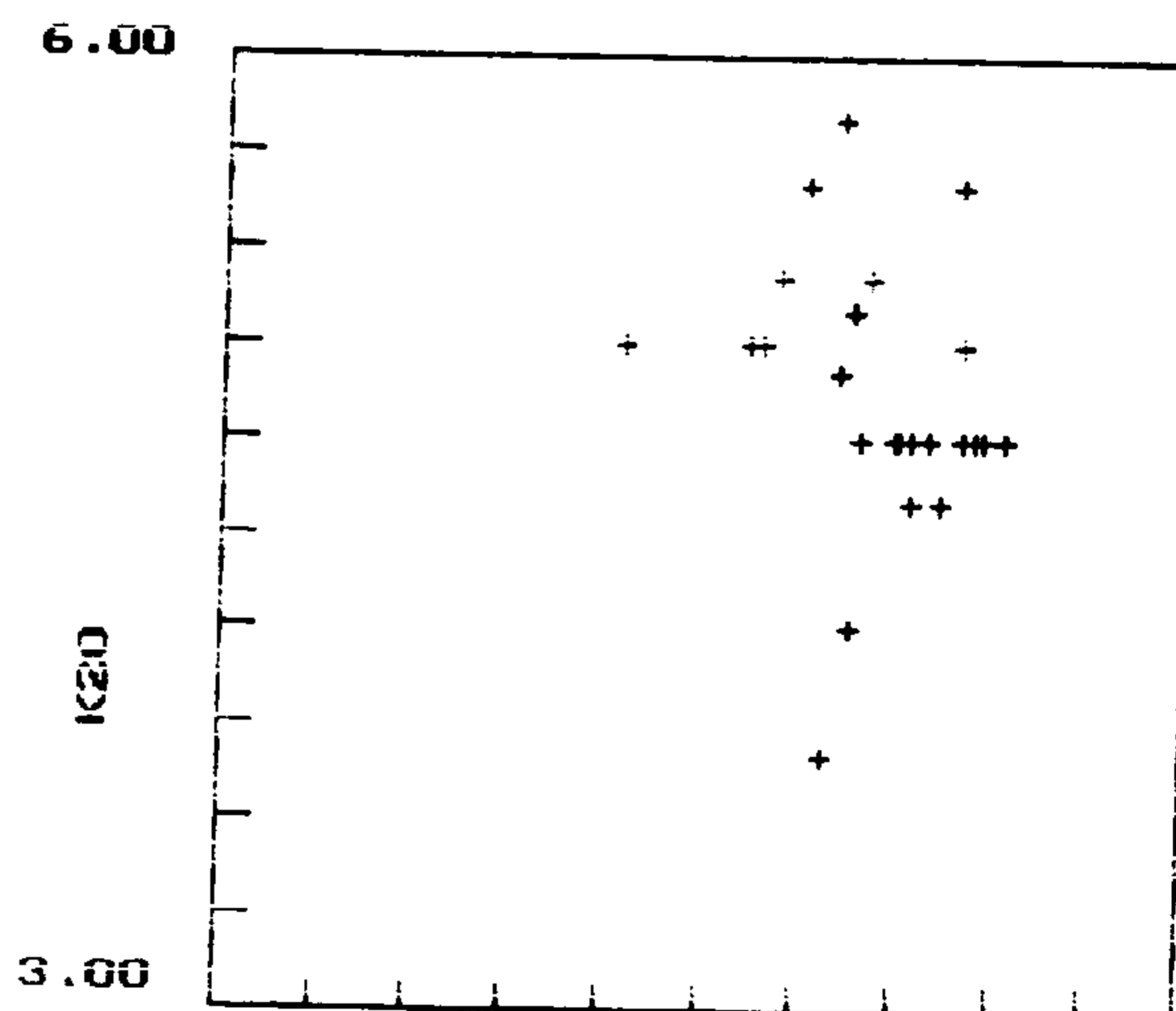
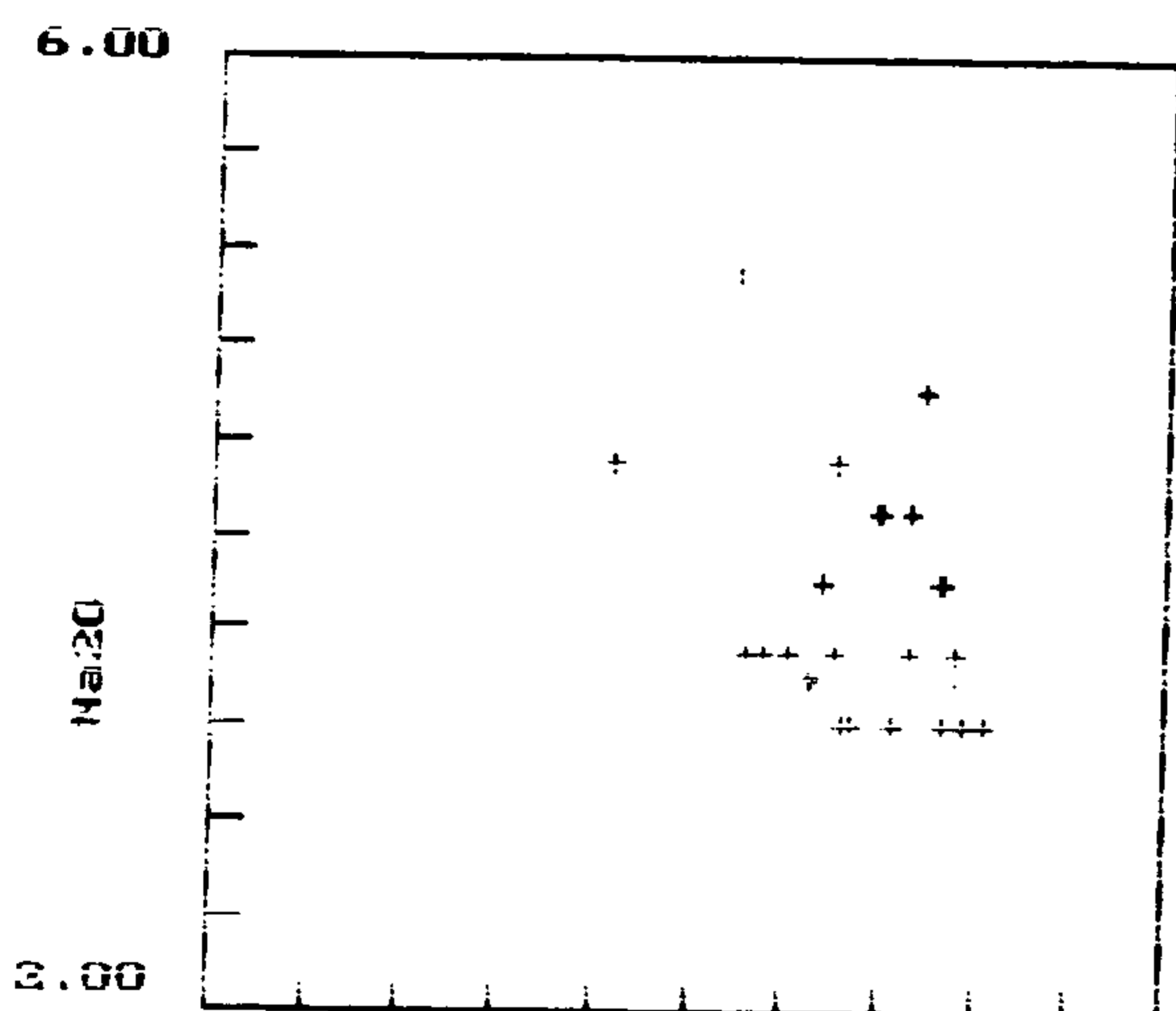
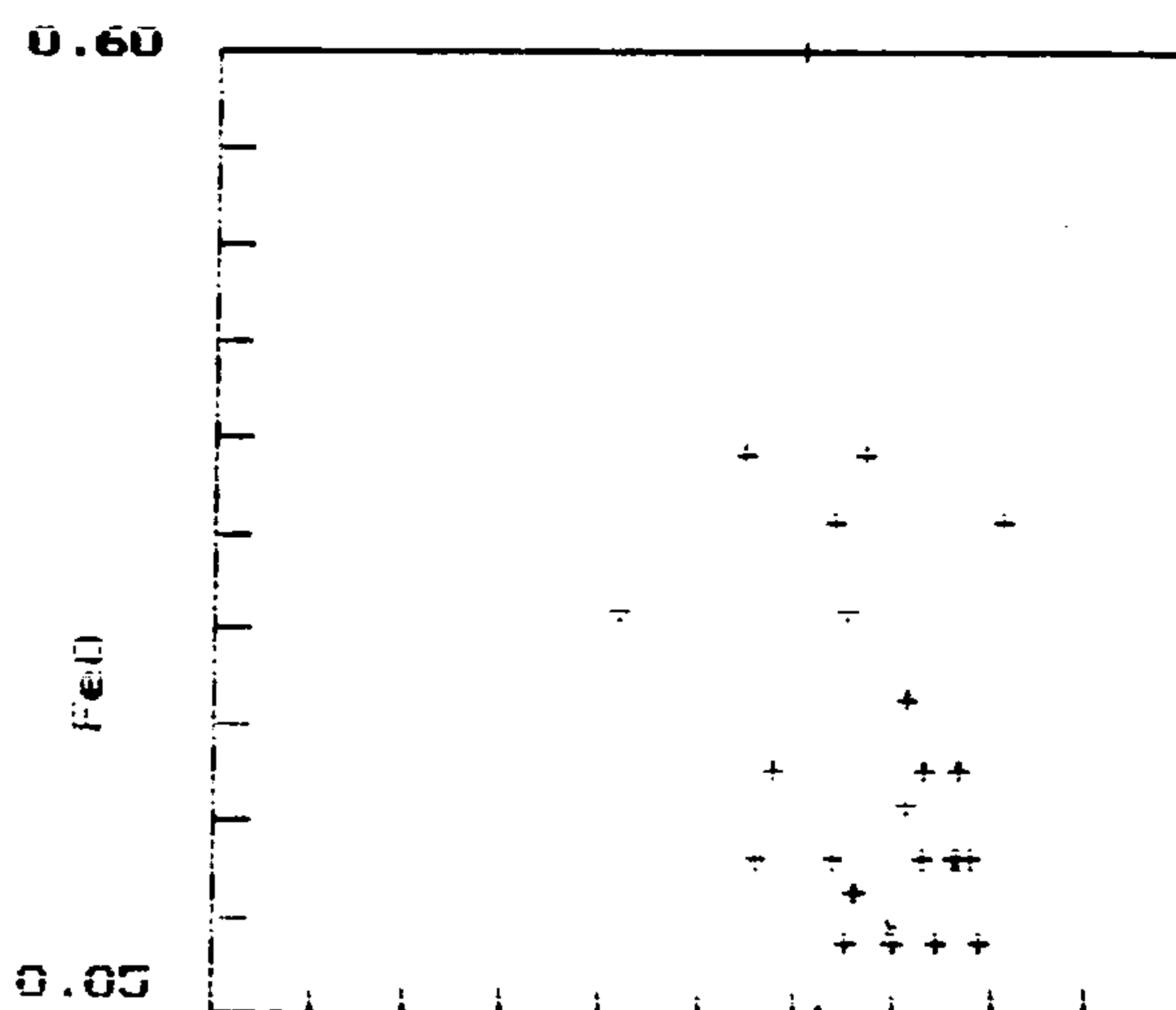
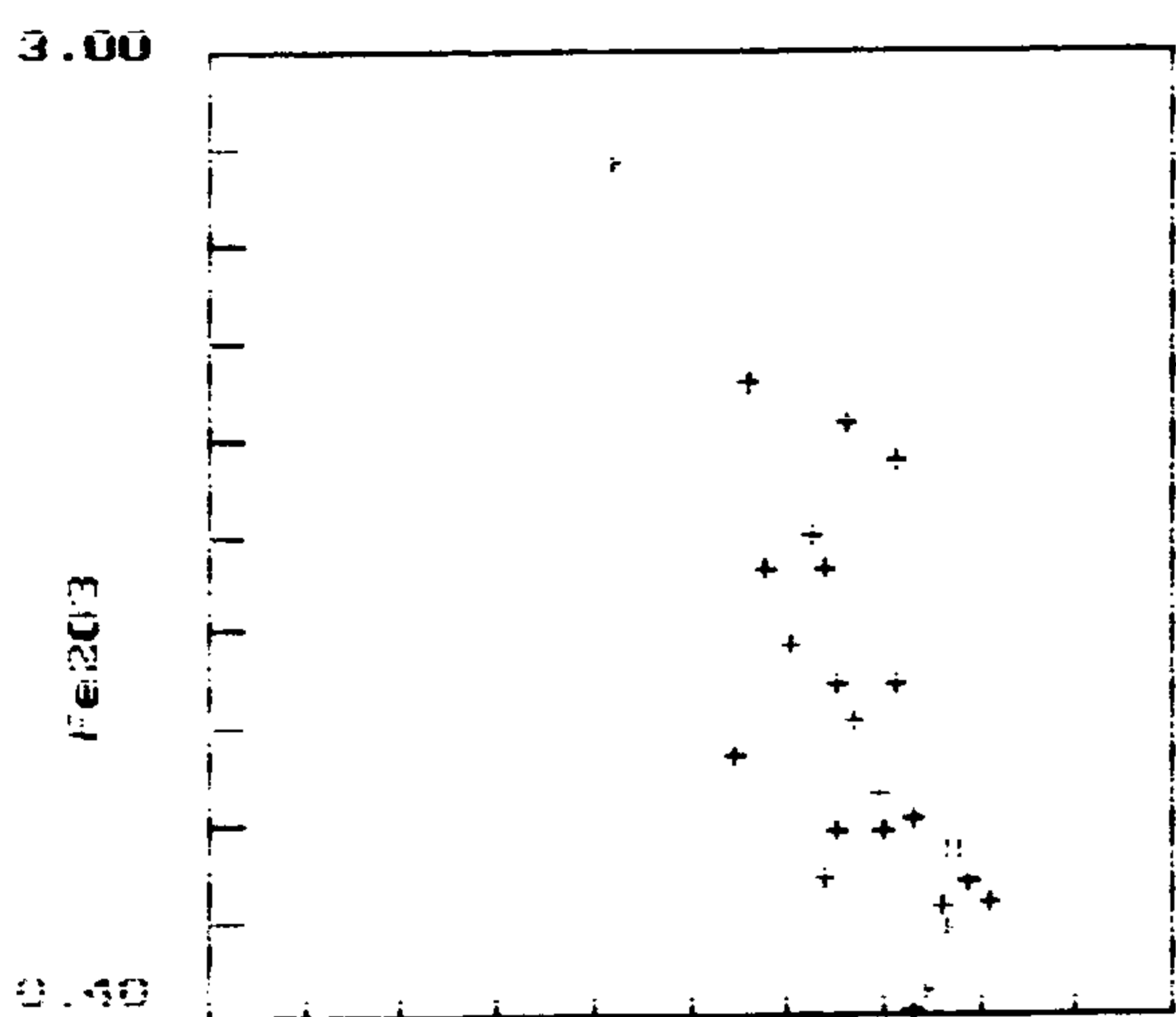
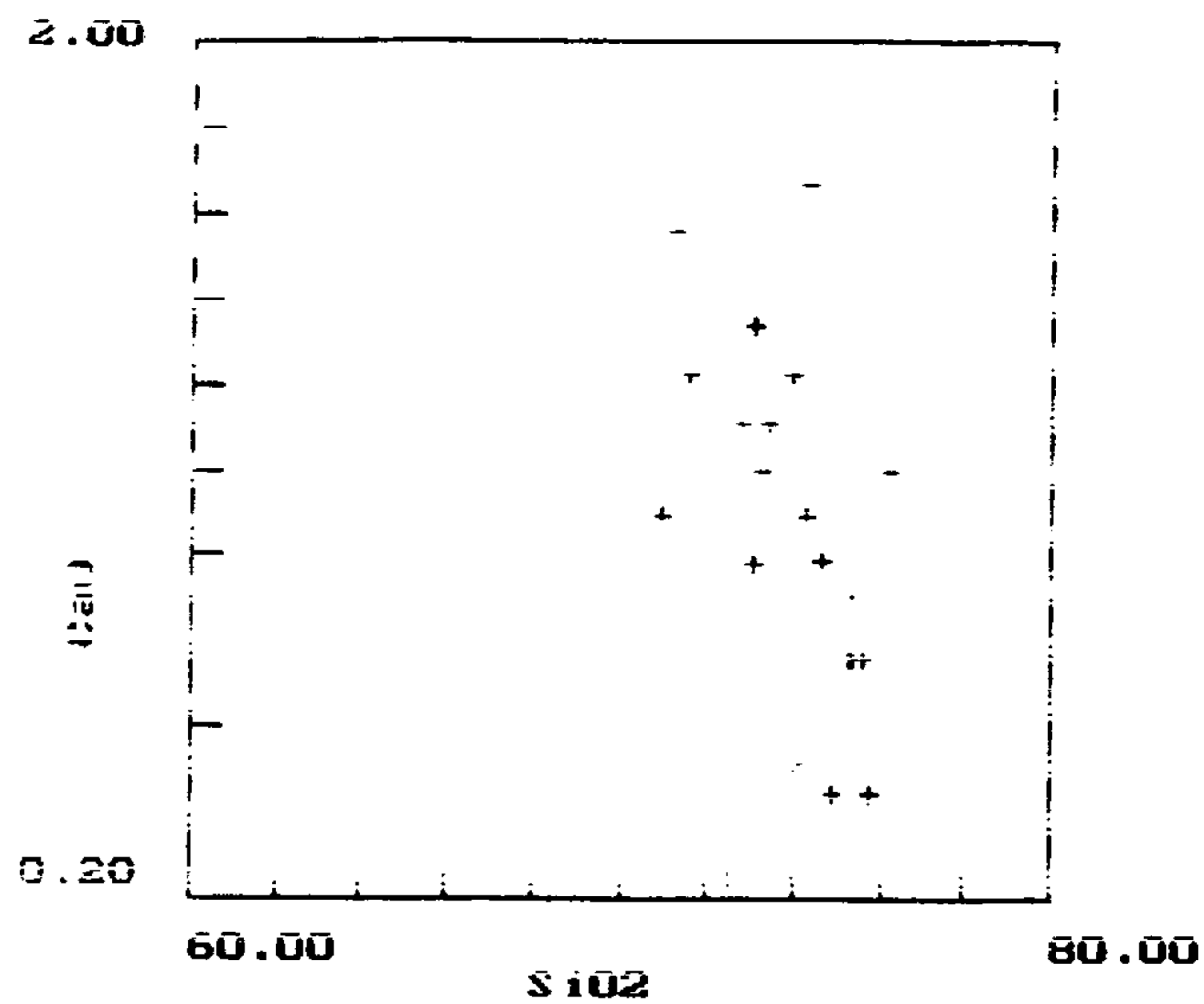
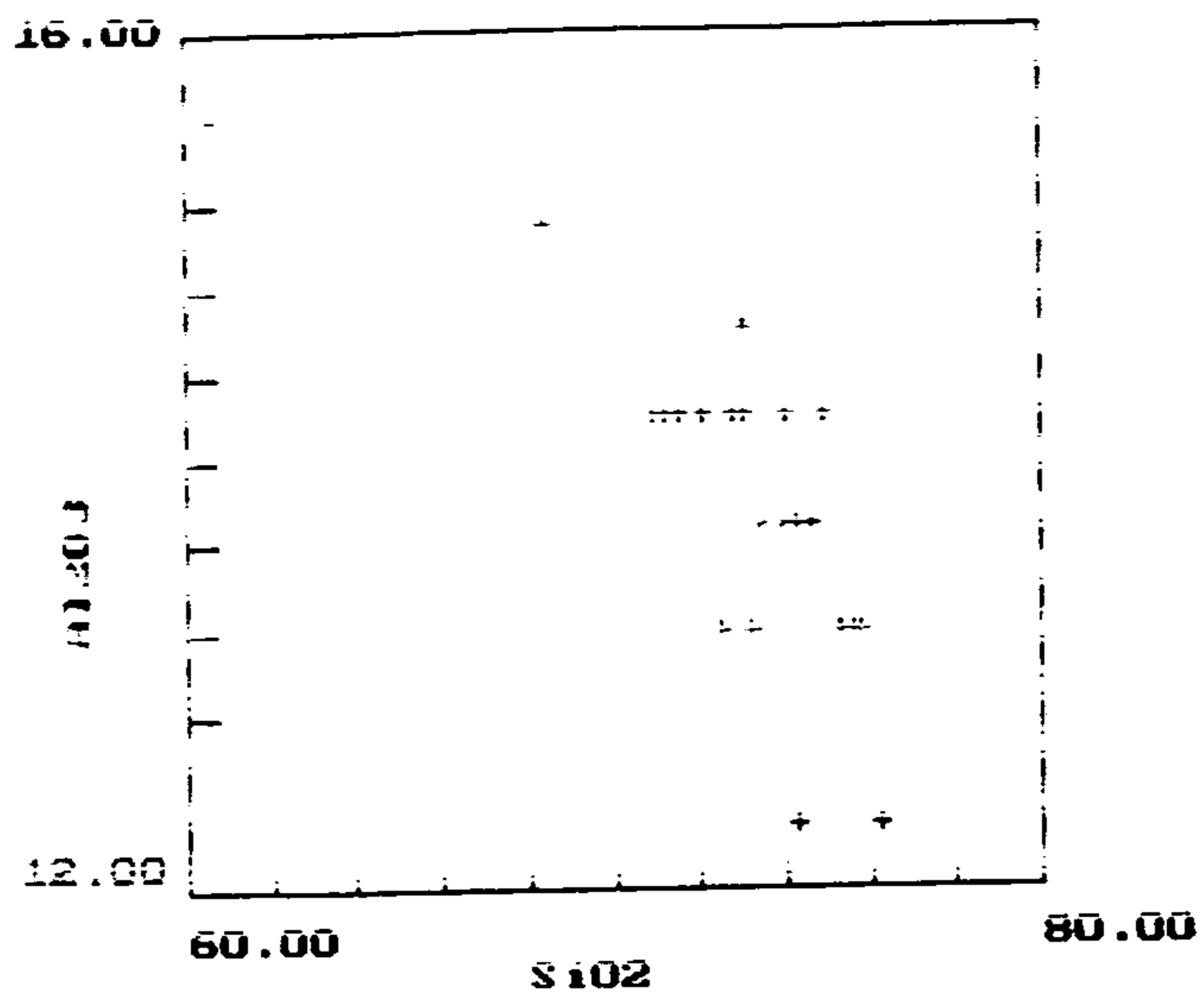


FIGURA 22.. DIAGRAMAS DO TIPO HARKER PARA AS ROCHAS DA UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.



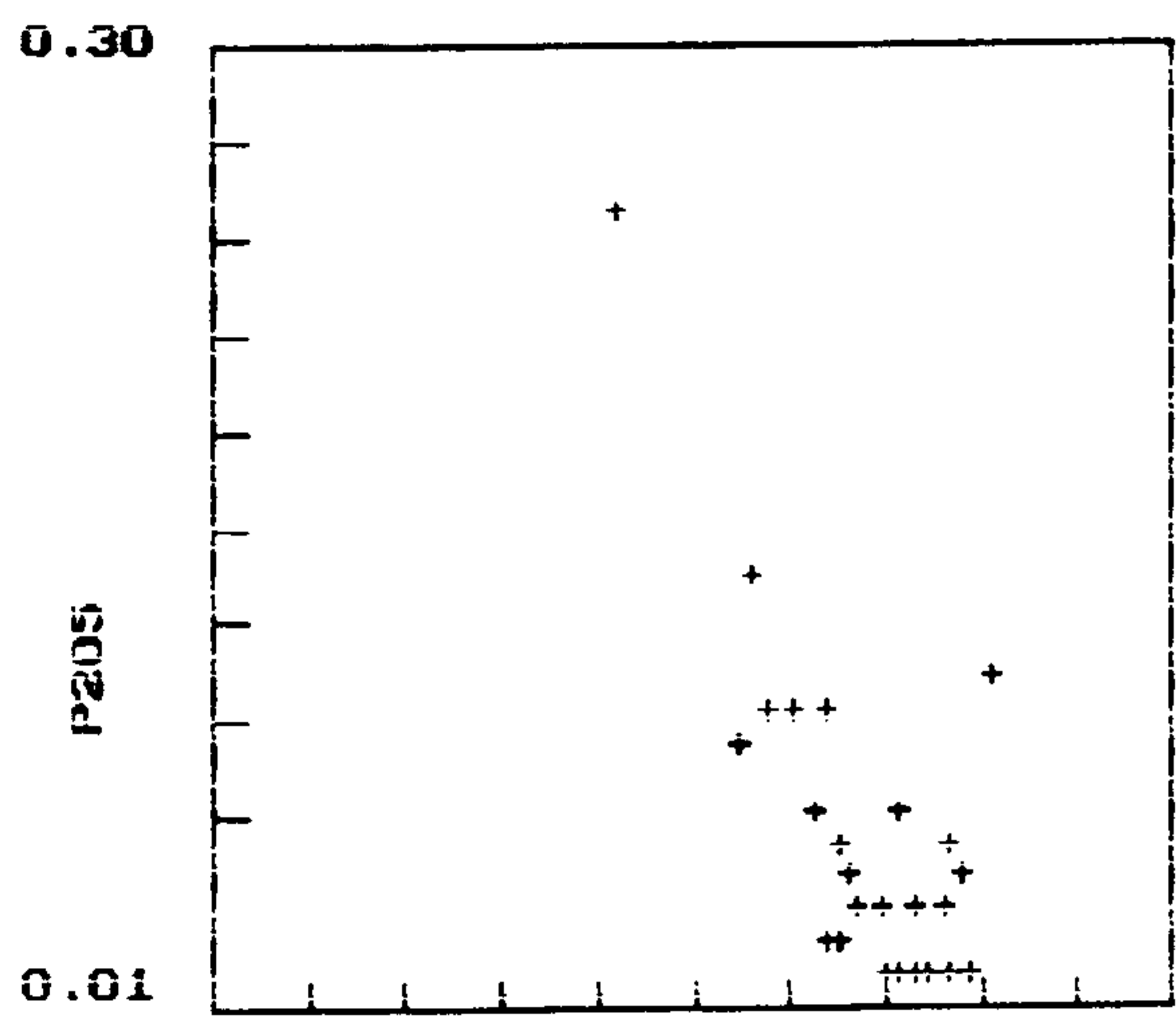
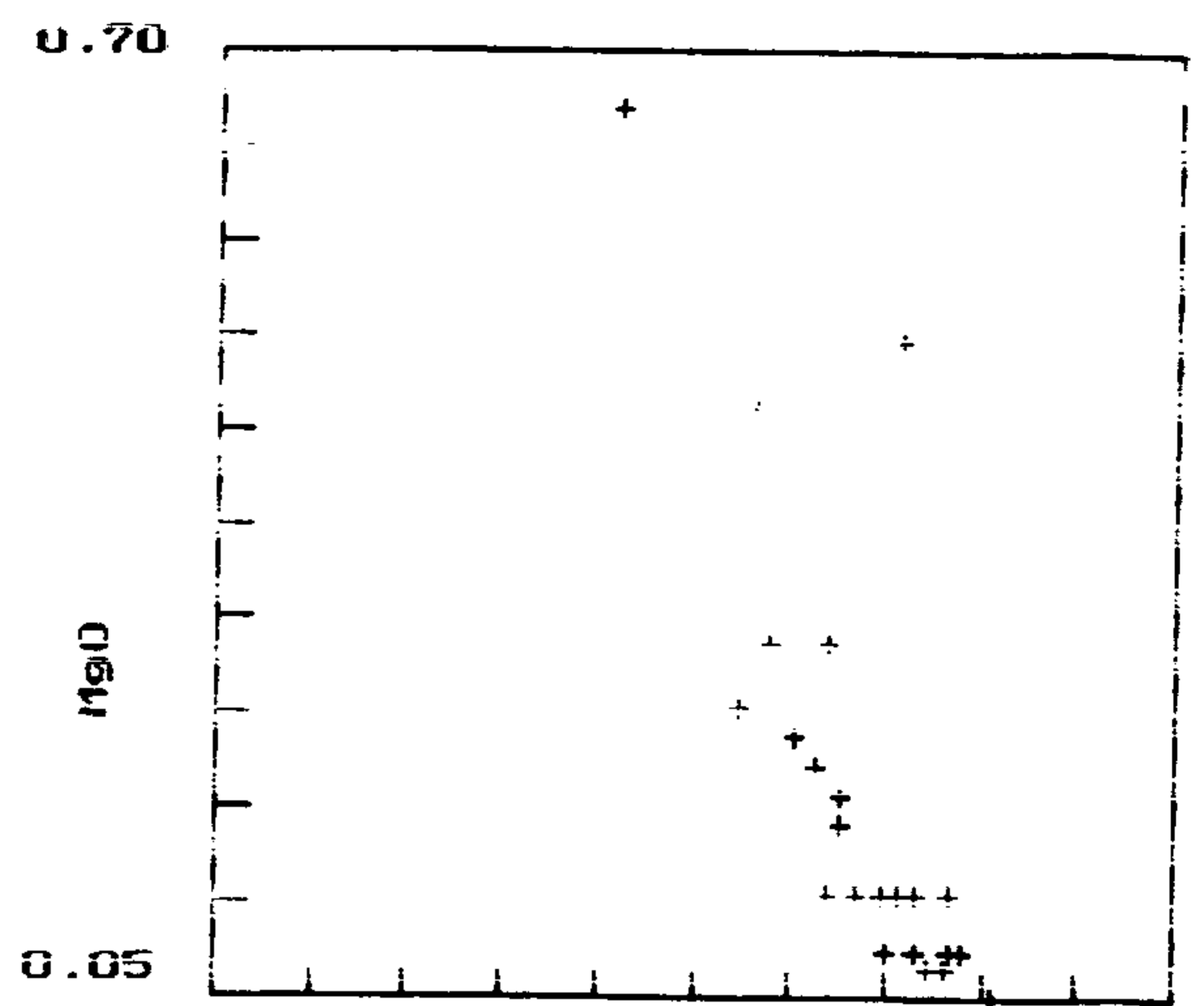
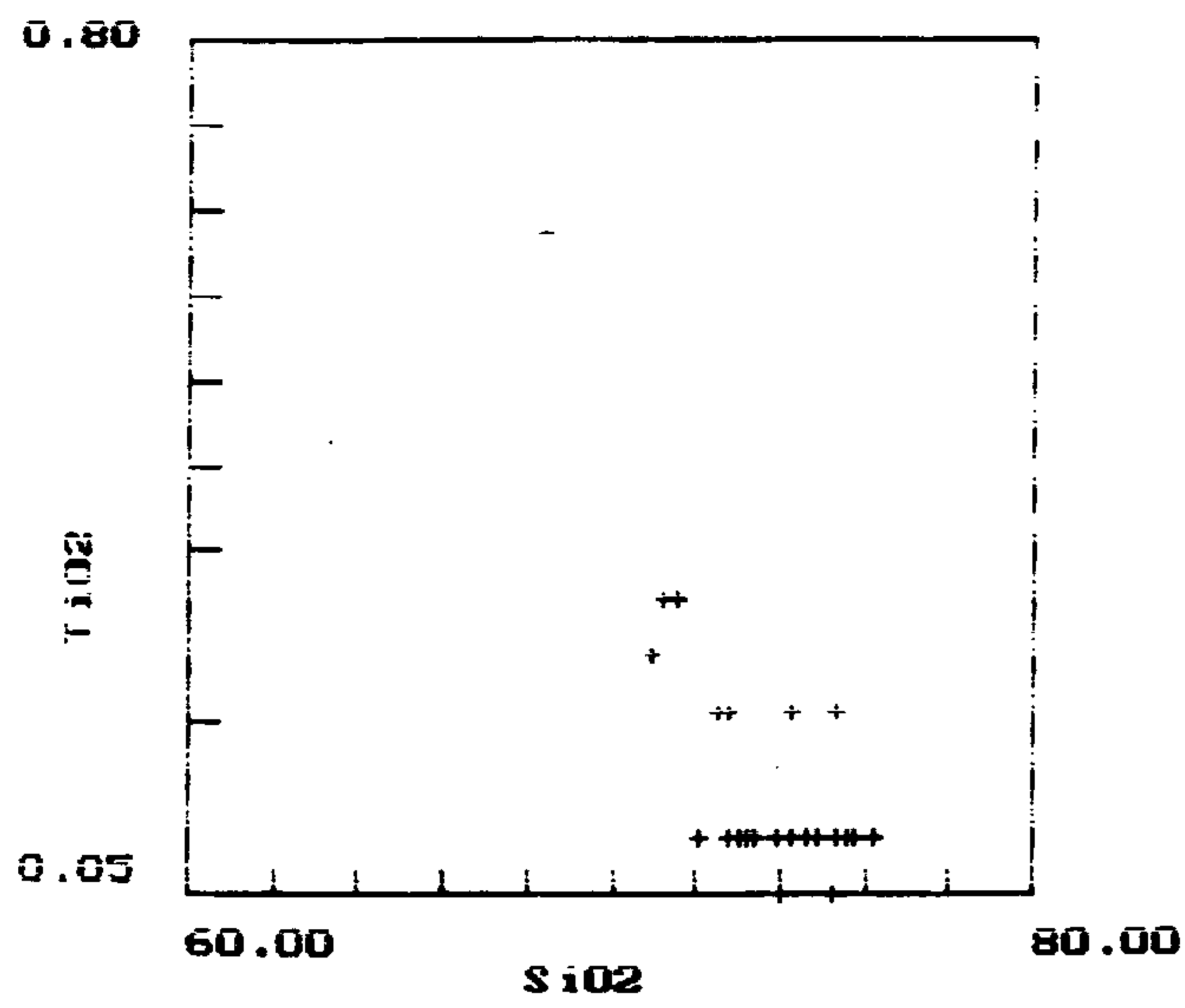
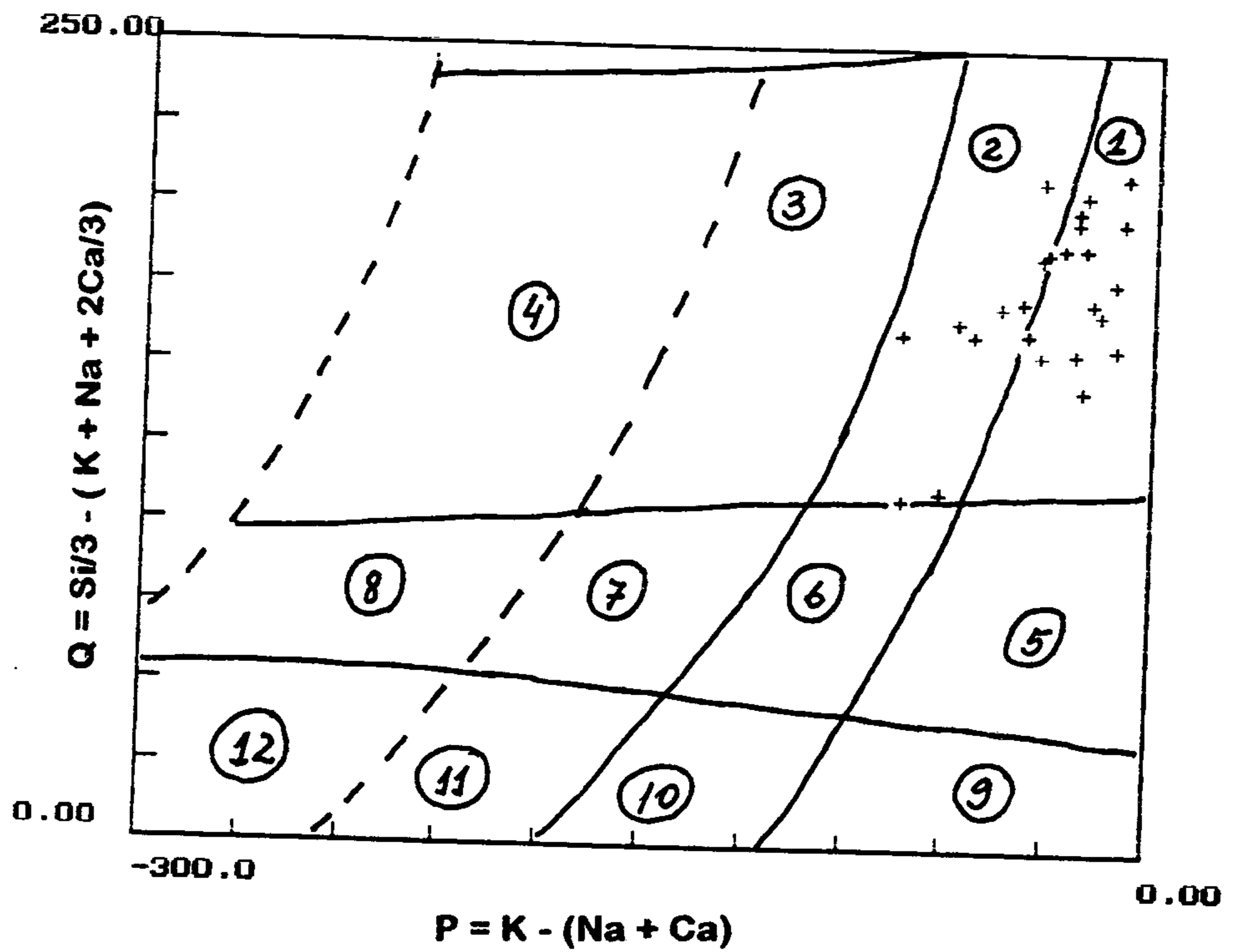


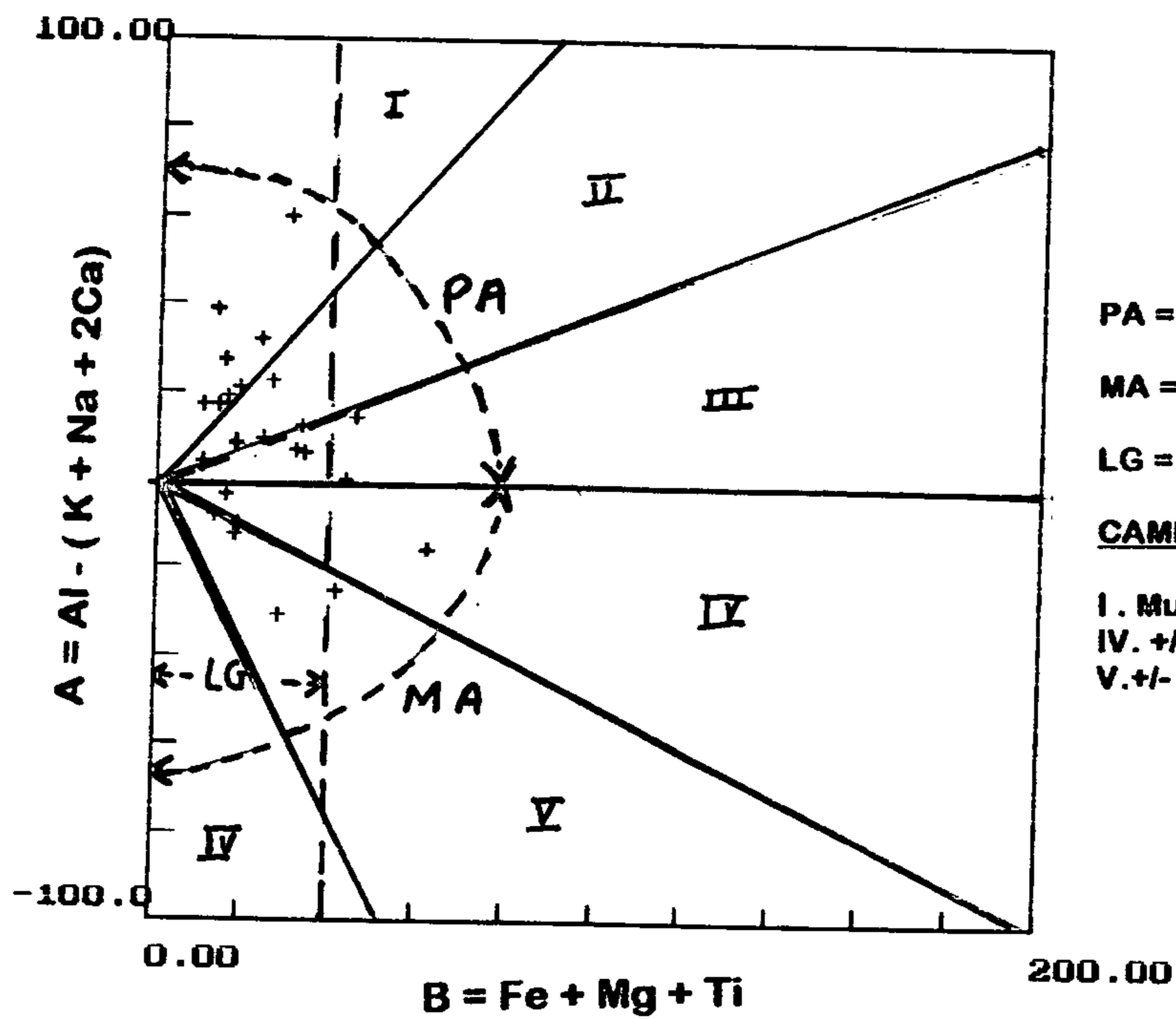
FIGURA 22 (CONT.) DIAGRAMAS DO TIPO HARKER PARA AS ROCHAS DA UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.



**CAMPOS DOS GRANITOIDES**

- 1. GRANITOS; 2. ADAMELITOS; 3. GRANODIORITOS
- 4. TONALITO/ TRONDHJEMITO; 5. QUARTZOSIENITO;
- 6. QUARTZOMONZONITO; 7. QUARTZO MONZODIORITO;
- 8. QUARTZODIORITO (QUARTZOGABRO, QUARTZO ANORTOSITO);
- 9. SIENITO; 10. MONZONITO; 11. MONZOGABRO (MONZODIORITO);
- 12. GABRO (DIORITO, ANORTOSITO).

FIGURA 23. DIAGRAMA PxQ DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.



- PA = GRANITOIDES PERALUMINOSOS
- MA = " METALUMINOSOS
- LG = GRANITOIDES LEUCOCRÁTICOS

**CAMPOS**

- I.  $Mu > Bi$ ; II.  $Bi > Mu$ ; III.  $Bi +/-$
- IV.  $+/- Bi +/- Hb +/- Opx +/- Cpx +/- Ol +/- ...$
- V.  $+/- Cpx +/- Hb +/- ...$  VI.

FIGURA 24. DIAGRAMA BxA DE DEBON & Le FORT (1983), PARA A UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.

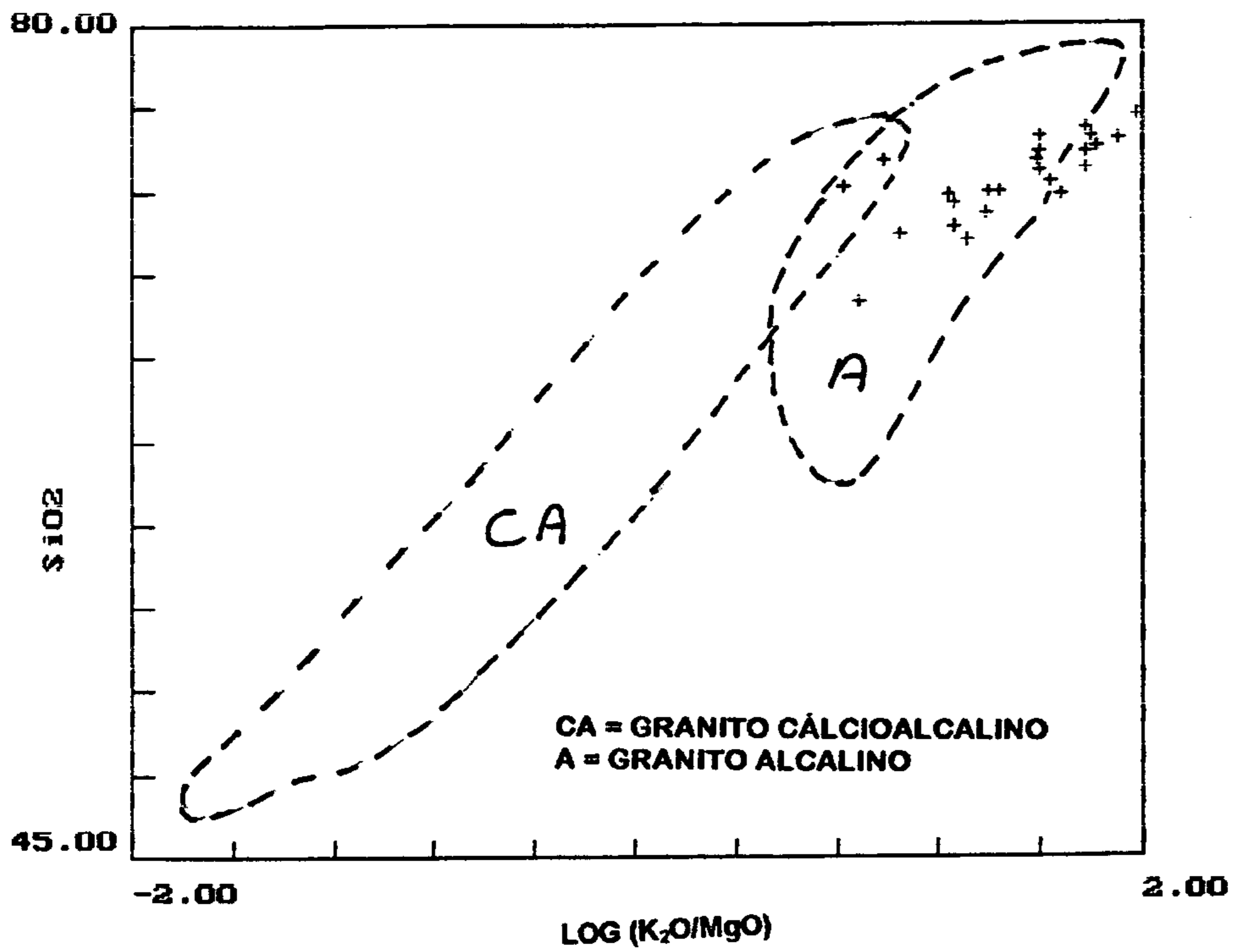


FIGURA 25. DIAGRAMA  $\text{SiO}_2$  VERSUS  $(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$  DE ROGERS & GREENBERG (1981), APLICADO A UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.

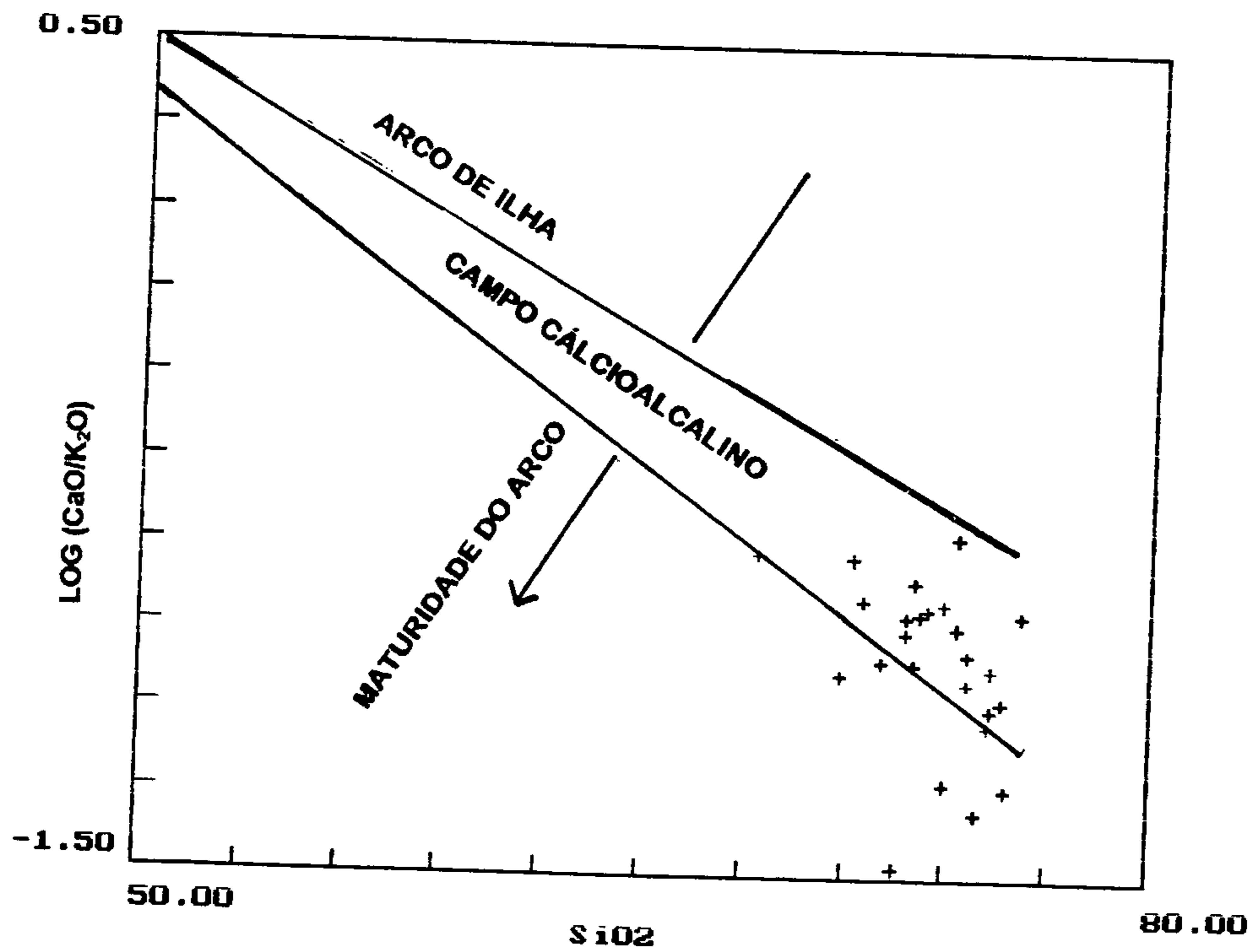
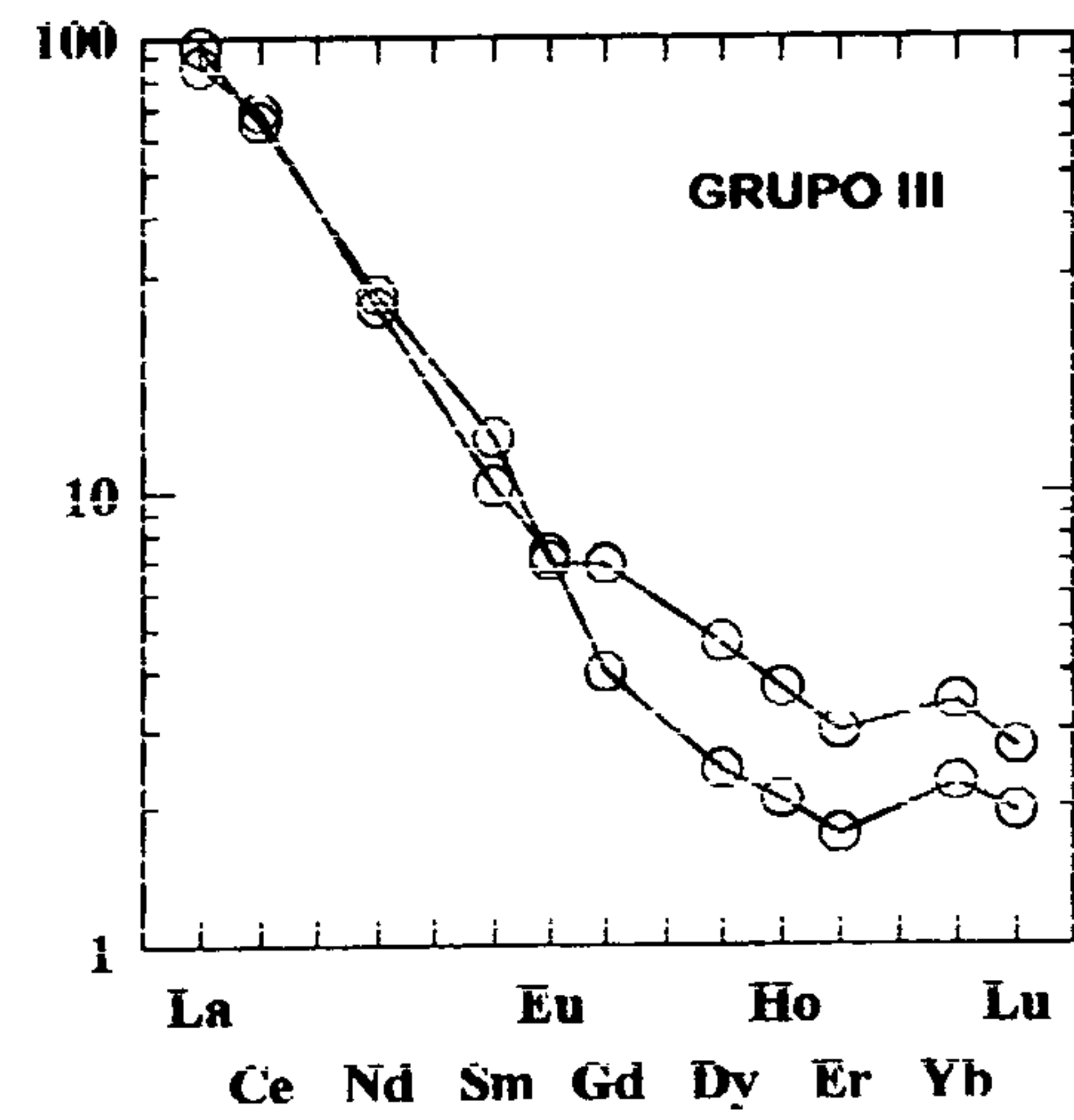
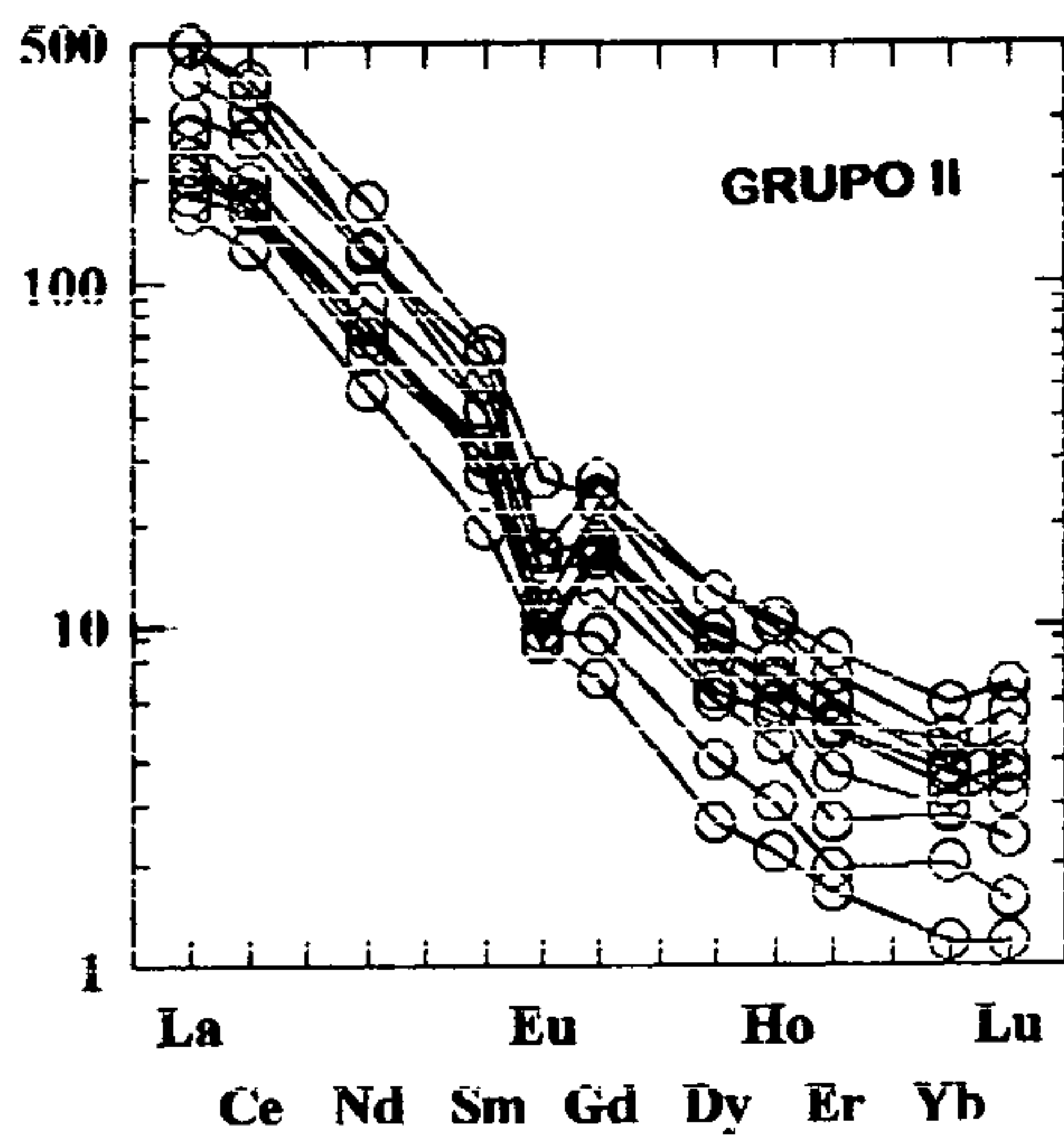
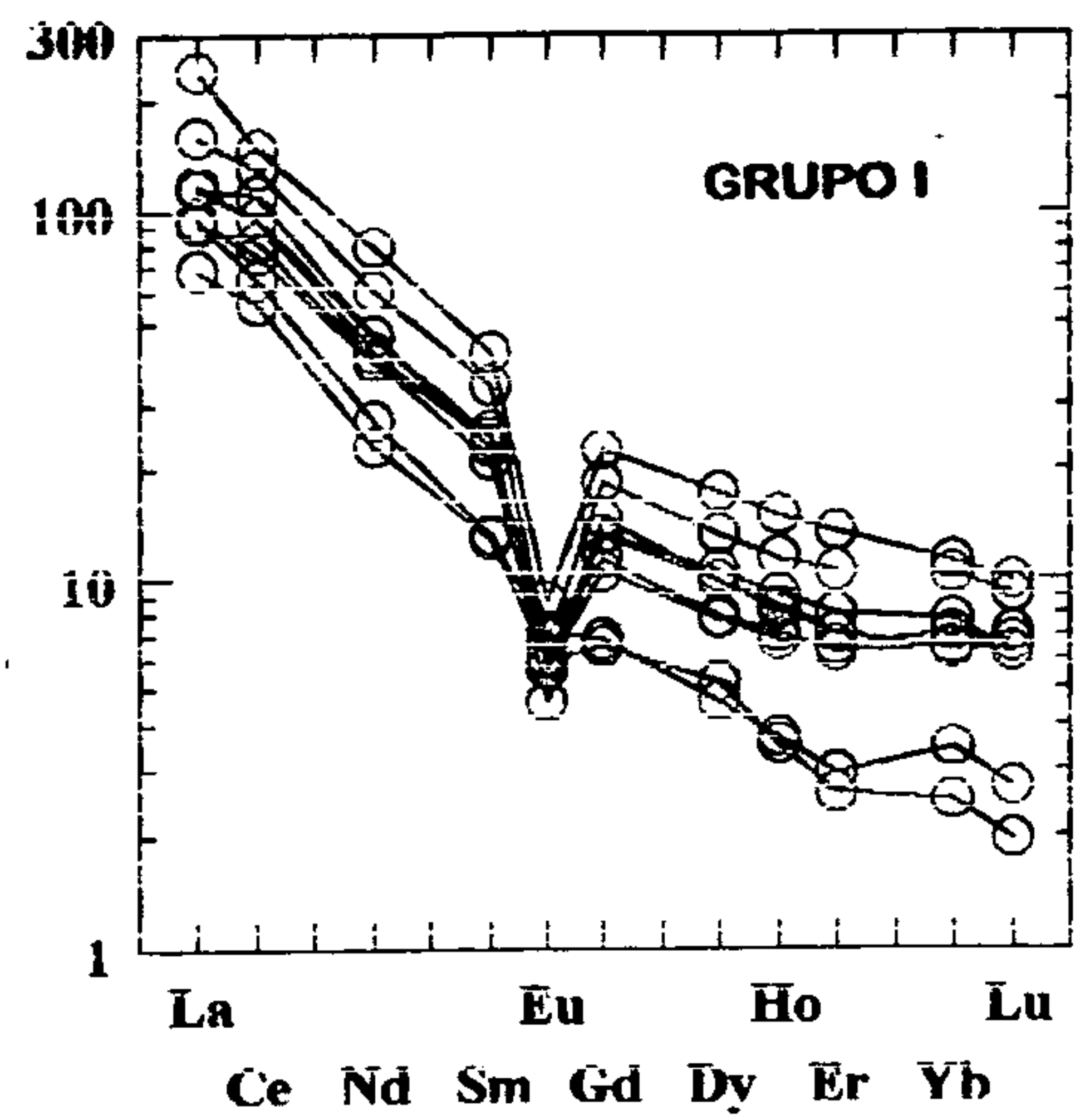
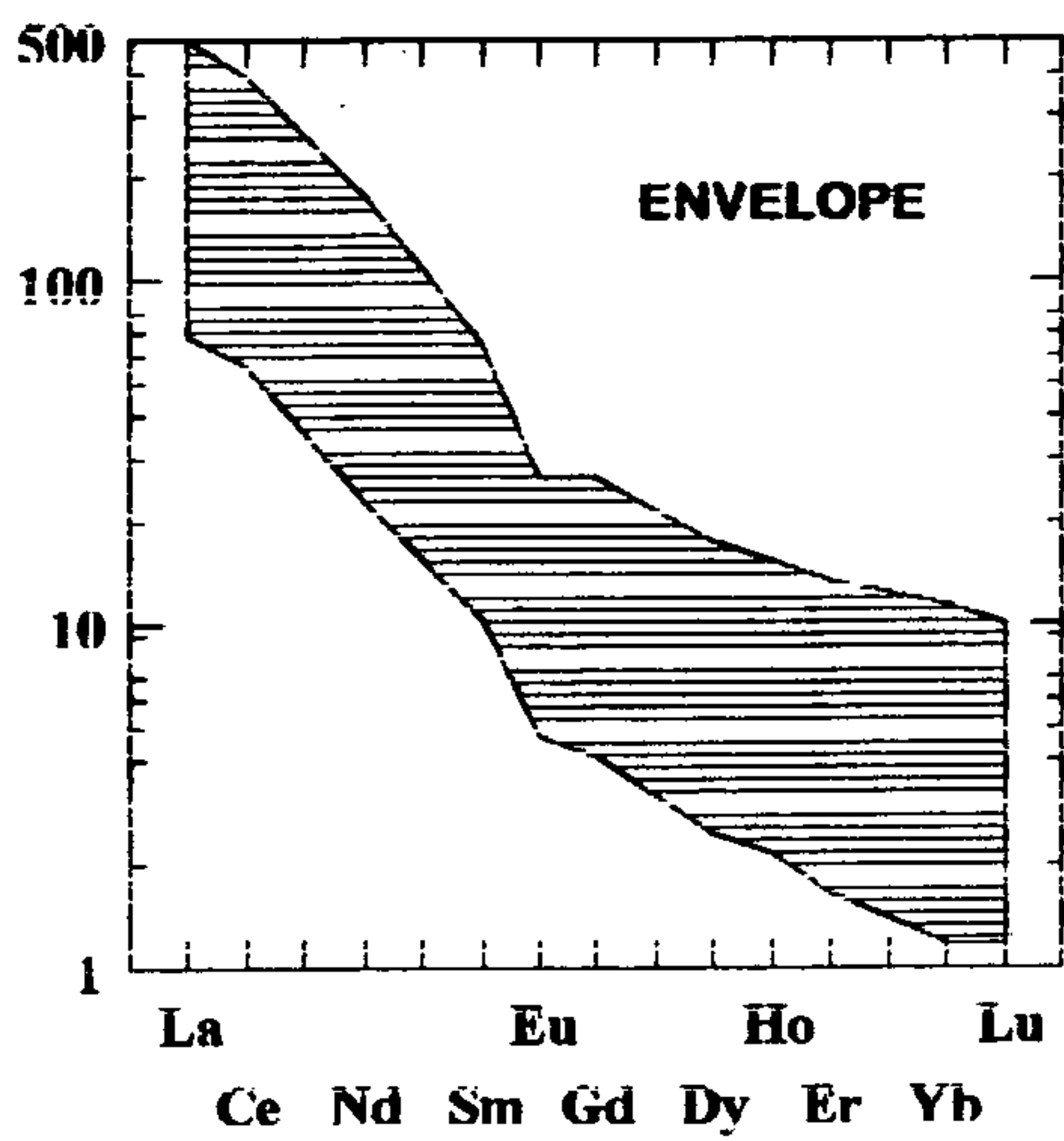


FIGURA 26. DIAGRAMA  $\text{SiO}_2$  VERSUS  $\text{CaO}/\text{ÁLCALIS}$  DE BROWN (1982), APLICADO A UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.

AMOSTRA/CONDRIITO CI



GRUPO I: AV-(41A, 168, 02B, 165, 04, 49A, 184), AN-(01, 02);

GRUPO II: AV-(35B, 42, 11, 41B, 185, 189, 164, 25A, 30, 183, 29);

GRUPO III: AV-(06, 33).

FIGURA 27. ARANHOGRAMAS DOS PADRÕES DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS, NORMALIZADOS SEGUNDO OS VALORES DO CONDRIITO CI DE SUN & McDONOUGH (1989), PARA AS ROCHAS DA UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.

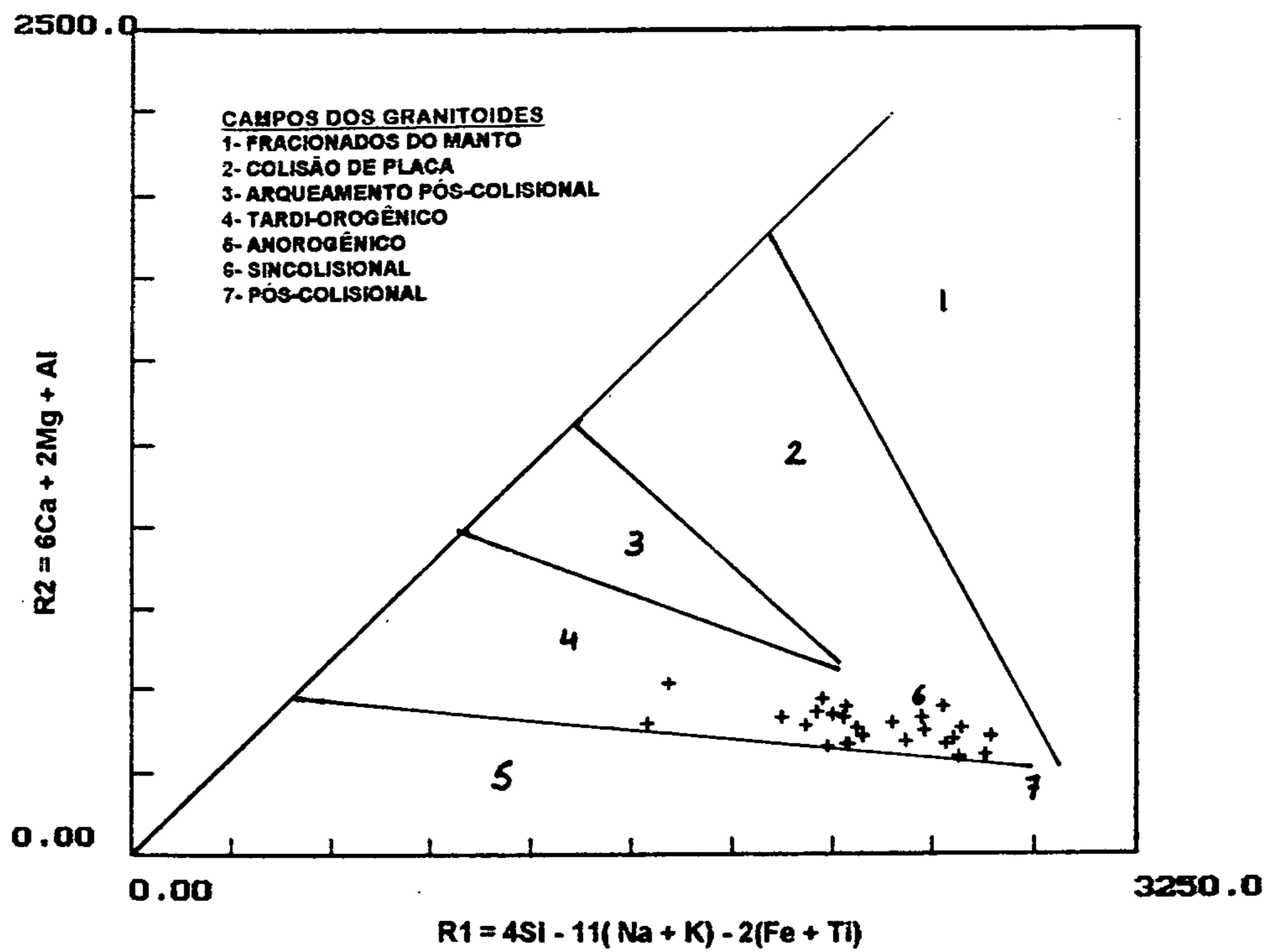


FIGURA 28. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985), APLICADO ÀS ROCHAS DA UNIDADE "GRANITO XINGUARA", NA FOLHA REDENÇÃO.

#### 4. SIENOGRANITO REDENÇÃO

As características petroquímicas desta unidade estão baseadas em análises petrográficas e químicas de onze amostras, conforme indicadas na tabela 6. A amostra AV-179, bastante destoante das demais, tanto petrográfica quanto quimicamente, ocorre no contato intrusivo dessa unidade com o TONALITO ARCOVERDE e, na verdade, pertence a este tonalito, tendo sido afetada por metassomatismo potássico provocado pelo Sienito Redenção.

Uma vez excluída essa amostra, constata-se que a unidade em questão, em termos de óxidos dos elementos maiores, apresenta as seguintes características:

a) altos percentuais de  $\text{SiO}_2$ , que variam em estreita faixa de valores (70 - 75%) e respondem pelos altos valores do ID ( $> 90$ );

b) altos percentuais de álcalis, com predomínio de  $\text{K}_2\text{O}$  sobre  $\text{Na}_2\text{O}$ , ou seja os valores de IP ( $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ) são iguais ou superiores a 1;

c) baixos percentuais de ferro-magnesianos (Fe, Mn, Mg e Ti) e MgN tipicamente baixos (bem inferiores a 0,5);

d) baixos percentuais de CaO, característicos dos chamados "low-Ca granites".

No "trend" da evolução petrológica das rochas dessa unidade, expresso pelos diagramas do tipo Harker, na figura 30, são marcantes as correlações positiva entre os percentuais de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{K}_2\text{O}$  e negativos entre  $\text{SiO}_2$  e os demais óxidos. Coerentemente, as amostras AV-113 e AN-12, com os menores percentuais de  $\text{SiO}_2$  são algo mais ricas nos elementos ferro-magnesianos e em cálcio.

As classificações químico-mineralógicas, expressas no diagrama QxP de DEBON & Le FORT (1983), figura 31, indicam trata-se de rochas do tipo adamelito, portanto um pouco diferente das classificações petrográficas microscópicas, que as identificou como sienogranitos. Ainda, com base no diagrama BxA de DEBON e Le FORT (1983), figura 32, constata-se que o conjunto aqui em análise é essencialmente metaluminoso e leucocrático, fatos que coincidem com os altos valores de ID e com os valores de PAL inferiores a 1.

O diagrama  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{K}_2\text{O}/\text{MgO}$  de RÖGERS & GREENBERG (1981), figura 33, mostra claramente o caráter alcalino desses granitos e, de novo, coincidem com os altos valores dos índices PALK (em torno de 0,9).

A concentração marcante das amostras em torno do ponto triplice cotético do diagrama Qz - Ab - Or, figura 34, reforça o alto grau de evolução petrológica dos espécimes representantes dessa unidade em nosso estudo petroquímico.

Com relação aos elementos-traço as rochas da população em pauta se caracterizam pelos altos teores em Rb, Ba e Zr e baixos teores de Sr. Os teores de Y, embora variados, são em geral baixos. As razões Rb/Sr são superiores a 1 e, chega ao valor extremamente alto na amostra AV-110 (66,70). As razões K/Rb com valores geralmente inferiores a 200 corroboram os altos índices de diferenciação dessas rochas.

Tomando-se como base os padrões dos grupos de curvas dos ETR (elementos de terra raras) dos aranhogramas da figura 35 foi possível subdividir em três subgrupos as amostras em análise do Sienogranito Redenção. Seu aspecto global como mostrado no envelope se caracteriza pela inclinação geral das curvas para a direita, altos teores dos elementos céricos individualmente, sobretudo em cério e forte fracionamento, amplas variações das anomalias negativas de európio e dos graus de fracionamentos dos ETRP (terras raras pesadas).

O grupo I (AV-179, AV-113, AV-180A, AV-188 e AV-26B) se caracteriza pelos maiores graus de fracionamento dos ETRP e valores mais baixos das anomalias negativas de európio, ou seja um padrão mais próximos de granitos cálcioalcalinos. Observe-se a similaridade da curva da amostra AV-179 pertencente a unidade Tonalito Arco Verde com as outras das amostras do Sienogranito Redenção. O grupo II (AN-12, AV-107A, AV-111 e AV-52) apresenta maiores fracionamentos dos elementos céricos, maiores valores de anomalias negativas de európio e menores declives dos ramos dos ETRP, ou seja ele mostra maior grau de diferenciação e tendência ao campo de rochas mais alcalinas. Por fim as duas amostras do grupo III (AV-110 e AV-119) além de apresentarem valores altos de anomalias negativas de európio aparecem com enriquecimento das terras ítricas pois são as únicas de todo o conjunto analisado que apresentam razões  $(Gd/Yb)_N$  menores do que 1. Elas tem, portanto as mais expressivas características de rochas alcalinas, o que é naturalmente corroborado pelas altas razões Rb/Sr, altos teores de Rb e de Zr.

Quanto a ambiência geotectônica o diagrama R1 - R2 de **BATCHELOR & BOWDEN**, da figura 36, demonstra claramente tratar-se de rochas de fase tardi-tectônica e pelos seus altos teores em Zr e Rb ter-se-iam formado provavelmente em ambiente distensivo do tipo rift intra cratônico.

Do ponto de vista metalogenético chama-nos a atenção a tendência alcalina dessas rochas, seus altos teores em Rb e Zr, os altos teores em terras céricas e, especialmente o enriquecimento em terras ítricas das amostras AV-110 e AV-119 que apresentam também razões Ba/Rb inferiores a 1 e as mais baixas razões K/Rb. Os parâmetros aqui arrolados são indicativos de provável presença de mineralizações de Sn, W, Nb e Ta relacionadas a essas rochas. Observe-se por fim, que no diagrama Rb-Ba-Sr de **BOUSEILY & SOKKARY** (1975), figura 37, as duas amostras aqui referidas estão deslocadas no sentido do vértice do Rb, ocupando posição no campo dos granitos especializados em Sn.

TABELA 6 - DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO GRANITO REDENÇÃO

FOLHA REDENÇÃO											
	AV-179	AV-113	AN-12	AV-180A	AV-107A	AV-26B	AV-111	AV-52	AV-119	AV-188	AV-110
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO <sub>2</sub>	64,70	70,40	71,50	73,10	73,20	73,30	73,30	73,50	75,10	75,40	75,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,20	14,20	13,20	13,20	14,20	14,20	13,20	13,20	12,80	13,20	12,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,20	1,70	1,90	1,30	1,20	0,84	1,30	1,33	0,99	0,99	0,54
FeO	1,90	0,53	0,95	0,33	0,33	0,14	0,37	0,53	0,14	0,53	0,28
MnO	0,06	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
MgO	1,80	0,21	0,37	0,08	0,17	0,17	0,12	0,25	0,08	0,10	0,05
CaO	3,60	1,80	1,70	0,98	1,10	1,40	1,40	1,10	0,77	1,00	0,63
Na <sub>2</sub> O	4,90	4,20	4,30	4,10	4,30	4,60	4,20	4,30	4,20	4,10	4,60
K <sub>2</sub> O	3,40	5,10	4,60	4,80	5,30	5,10	5,10	5,30	4,60	5,10	4,60
TiO <sub>2</sub>	0,42	0,52	0,52	0,21	0,21	0,21	0,42	0,31	0,21	0,21	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,19	0,14	0,21	0,05	0,08	0,06	0,08	0,07	0,05	0,07	0,03
H <sub>2</sub> O+	0,10	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00
PF	1,20	1,10	0,60	1,20	0,77	1,10	0,77	0,92	0,85	1,10	0,86
TOTAL	99,67	99,95	99,91	99,60	100,91	101,17	100,31	100,86	99,84	102,05	99,54
Ba	1160	1225	1450	1380	780	975	900	925	265	1240	50
Sr	480	180	175	155	135	210	120	140	45	145	10
Zr	151	418	560	452	320	170	380	328	317	452	277
Rb	154	297	201	204	389	419	317	396	550	204	667
Y	11	10	17	40	10	10	43	10	10	40	10
Ba/Rb	7,53	4,12	7,21	6,76	2,01	2,33	2,84	2,34	0,48	6,08	0,07
Rb/Sr	0,32	1,65	1,15	1,32	2,88	2,00	2,64	2,83	12,22	1,41	66,70
Rb/Zr	1,02	0,71	0,36	0,45	1,22	2,46	0,83	1,21	1,74	0,45	2,41
K/Rb	266	207	276	283	164	147	194	161	101	301	83
La	37,90	55,38	78,72	38,16	73,16	49,27	56,32	56,45	60,59	80,94	38,75
Ce	81,59	129,10	171,60	89,40	141,30	103,70	115,90	115,60	112,40	174,30	75,50
Nd	33,20	48,32	63,19	29,58	49,78	33,97	48,16	42,32	36,22	60,77	17,89
Sm	5,85	8,48	9,54	5,02	7,85	5,00	8,35	6,58	5,89	9,83	2,68
Eu	1,07	1,28	1,49	0,78	0,69	0,56	1,10	0,73	0,70	1,33	0,20
Gd	4,16	5,80	6,46	3,68	5,38	2,89	5,97	4,55	4,71	7,07	2,00
Dy	3,17	4,84	5,58	3,38	4,21	1,73	5,72	3,93	4,59	6,34	2,04
Ho	0,60	0,92	1,13	0,65	0,84	0,32	1,14	0,77	1,01	1,22	0,51
Er	1,49	2,28	3,11	1,63	2,29	0,79	3,08	1,99	3,17	3,07	1,92
Yb	1,12	1,88	2,98	1,44	2,16	0,65	2,69	1,76	3,81	2,41	2,82
Lu	0,15	0,24	0,39	0,18	0,37	0,10	0,33	0,25	0,59	0,29	0,44
Eu/Eu*	0,63	0,53	0,55	0,53	0,31	0,42	0,45	0,39	0,40	0,47	0,26
(Gd/Yb)N	2,97	2,49	1,75	2,06	2,00	3,56	1,79	2,08	0,99	2,37	0,57
(La/Yb)N	22,65	19,85	17,82	17,88	22,77	50,61	14,09	21,57	10,70	22,66	9,27
(La/Sm)N	4,07	4,10	5,19	4,77	5,86	6,20	4,24	5,39	6,46	5,18	9,09
(SUMETR)	170,30	258,52	344,19	173,90	288,03	198,98	248,76	234,93	233,68	347,57	144,75
qr	15,65	23,64	26,31	29,57	25,73	24,68	27,46	26,54	31,98	30,13	31,03
or	20,42	30,48	27,37	28,88	31,27	30,11	30,27	31,33	27,45	29,91	27,54
ab	42,14	35,95	36,63	35,32	36,33	38,89	35,70	36,40	35,89	34,43	38,15
mt	4,71	0,20	1,56	0,46	0,45	0,00	0,00	0,81	0,00	1,09	0,22
il	0,81	0,99	0,99	0,40	0,39	0,29	0,78	0,58	0,29	0,39	0,19
ap	0,45	0,33	0,50	0,12	0,18	0,14	0,19	0,16	0,12	0,16	0,07
ID	76,83	90,43	90,91	93,94	93,63	93,98	93,65	94,69	95,50	94,67	96,75
IP	0,69	1,21	1,07	1,17	1,23	1,11	1,21	1,23	1,10	1,24	1,00
INC	15,89	2,83	3,45	1,93	1,79	1,24	2,15	2,22	1,40	1,77	2,41
PAL	0,78	0,90	0,87	0,96	0,96	0,91	0,88	0,89	0,96	0,94	0,90
PALK	0,83	0,88	0,91	0,90	0,90	0,92	0,94	0,97	0,93	0,93	1,02
MgN	0,50	0,24	0,28	0,14	0,27	0,39	0,19	0,29	0,21	0,16	0,15

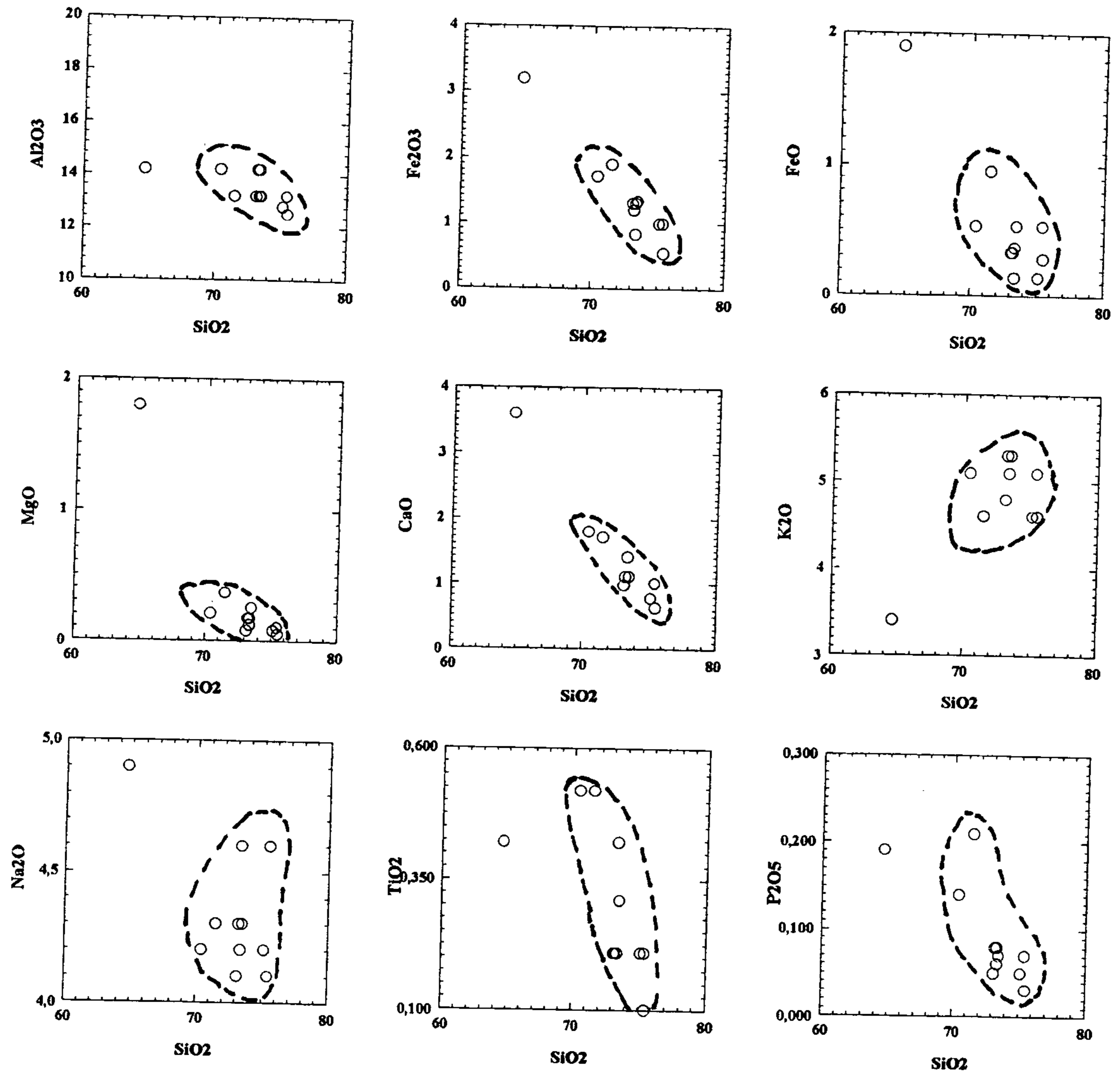
**CLASSIFICAÇÕES PETROGRÁFICAS**

Bt-K-feldspato sienogranito pegmatóide (2); Bt-K-feldspato sienogranito (5,8,9,11);

Bt-K-feldspato granofiro (4); Bt-K-feldspato microgr subvulc. alaskítico (6);

Hb-Bt gnaíse tonalítico (1); n/ análises(?)-(3,7,10)





**FIGURA 30. DIAGRAMAS DO TIPO HARKER PARA AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, FOLHA REDENÇÃO**

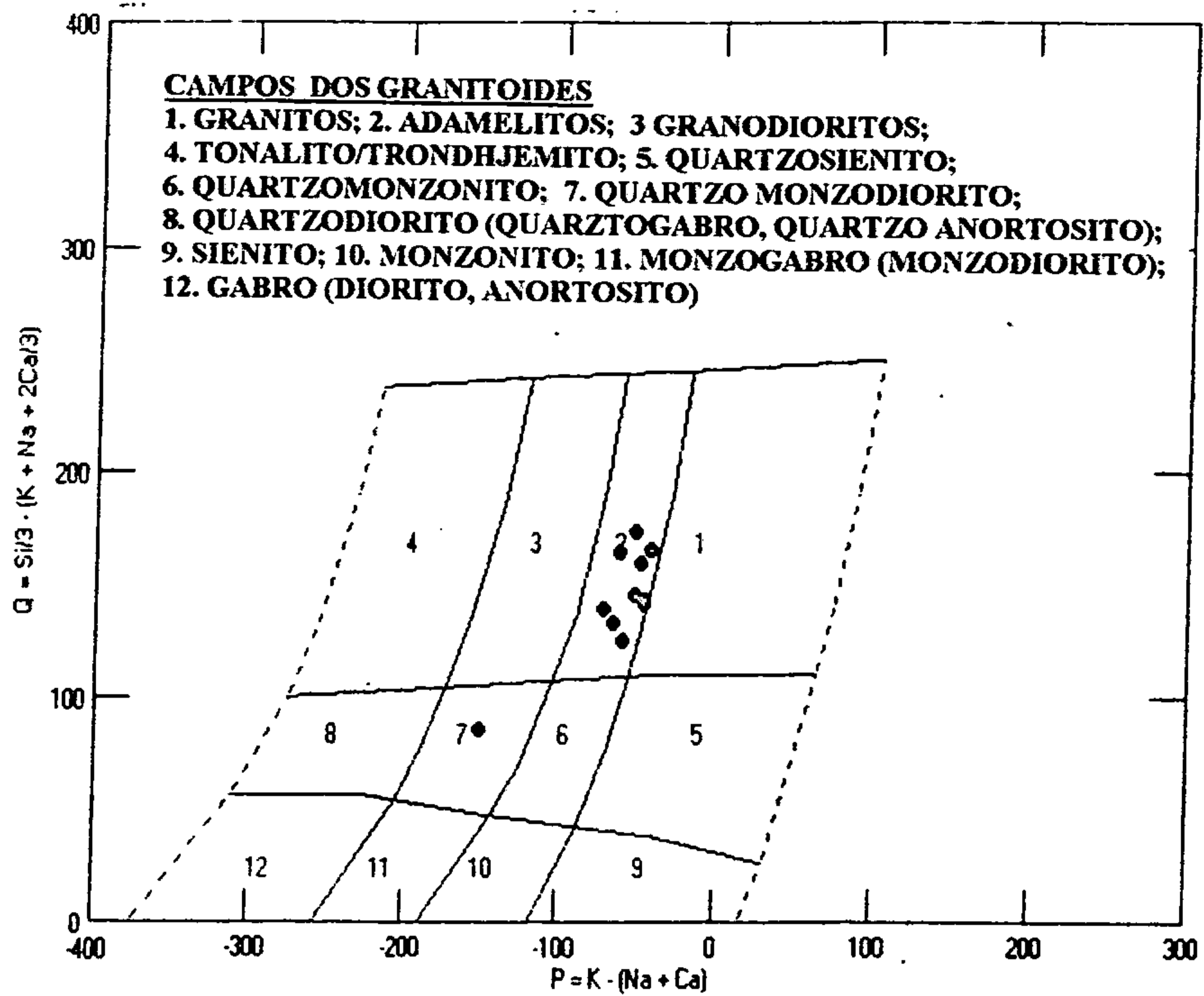
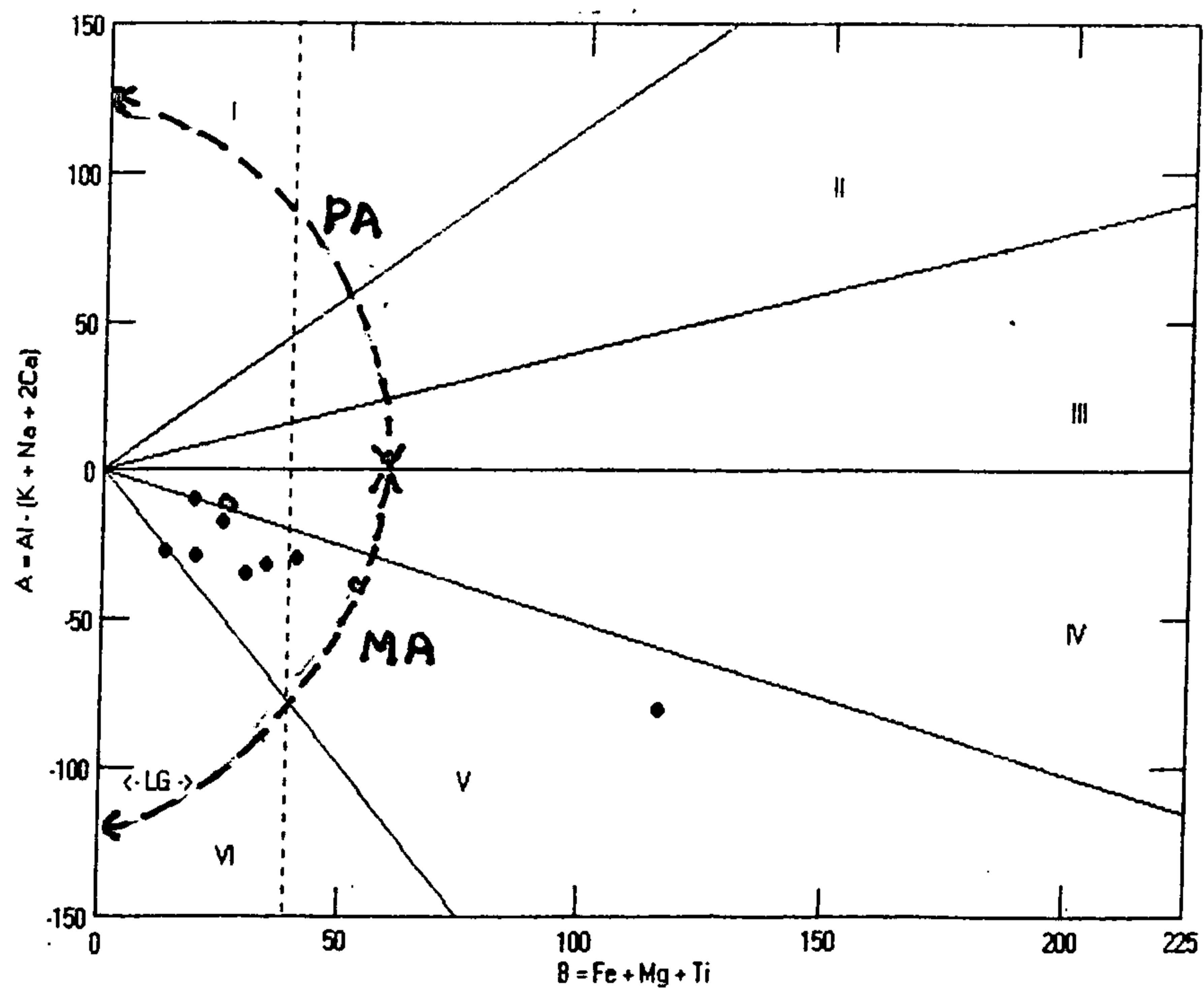


FIGURA 31. DIAGRAMA P<sub>x</sub>Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, FOLHA REDENÇÃO.



PA= GRANITOIDES PERALUMINOSOS

MA= " METALUMINOSOS

LG= GRANITOIDES LEUCOCRÁTICOS

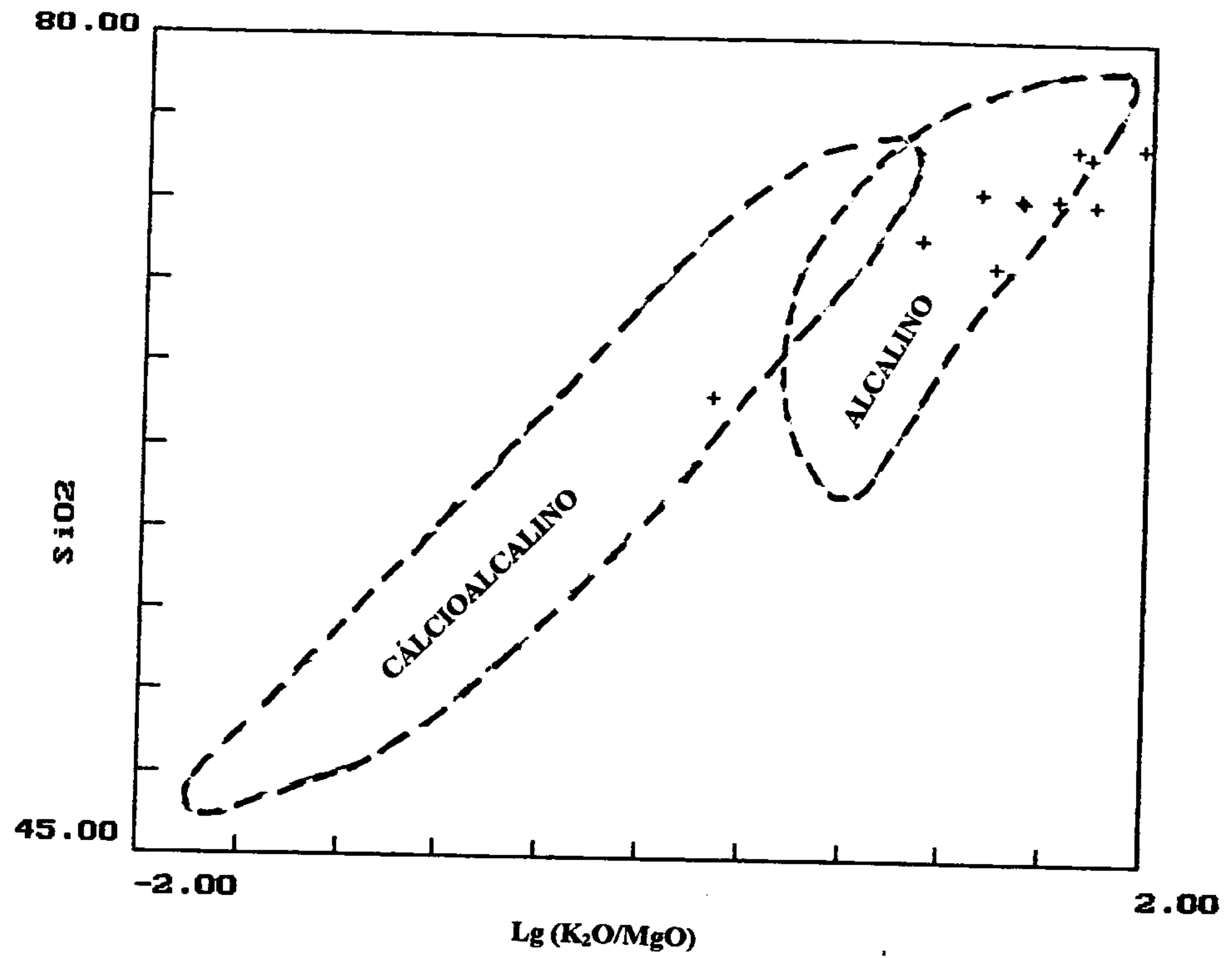
CAMPOS

I. Mu > Bi; II. Bi > Mu; III. Bi +/-

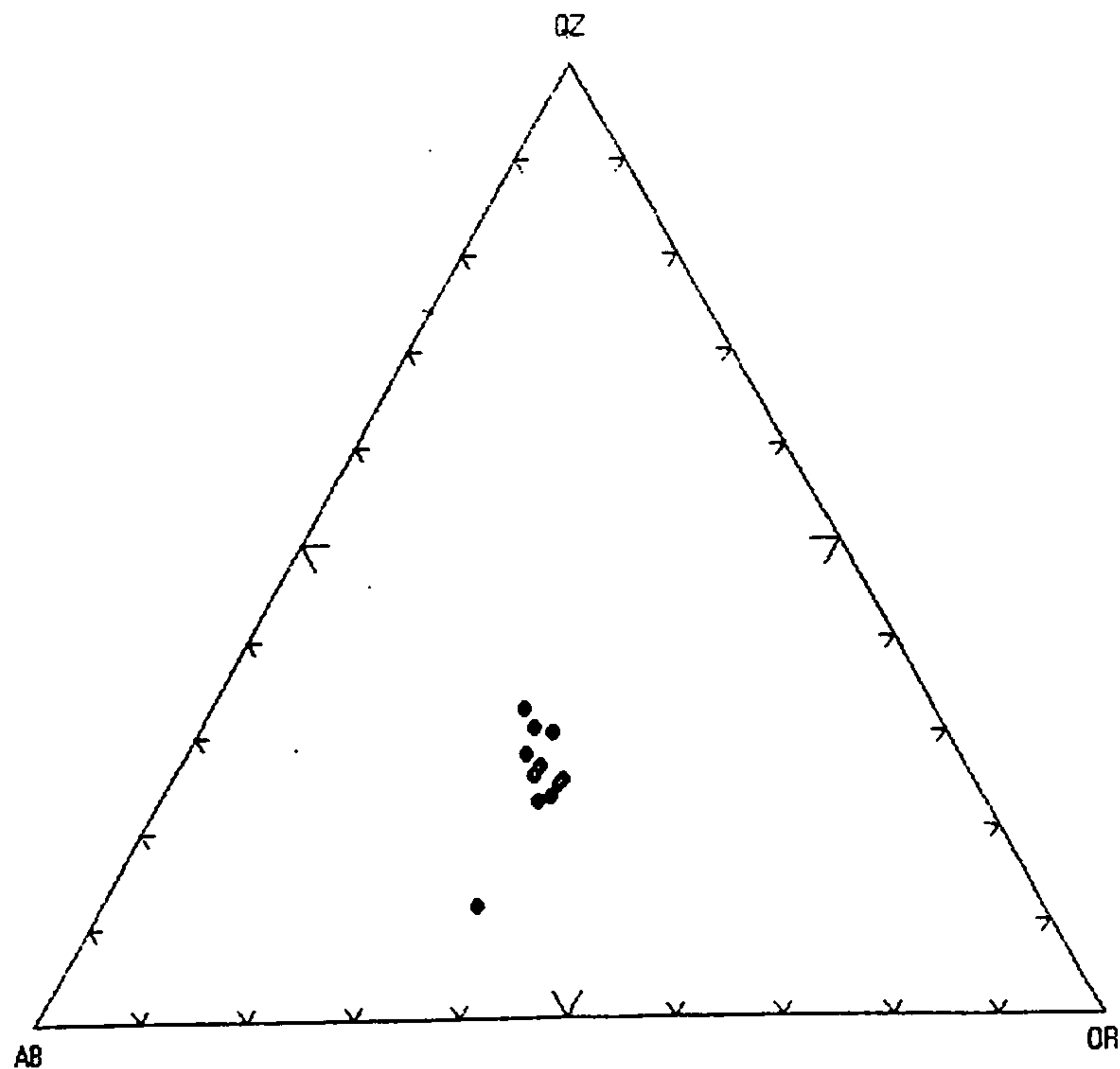
IV. +/- Bi +/- Hb +/- Opx +/- Cpx +/- Ol =? - .....

V. +/- Cpx +/- Hb +/- ..... VI.

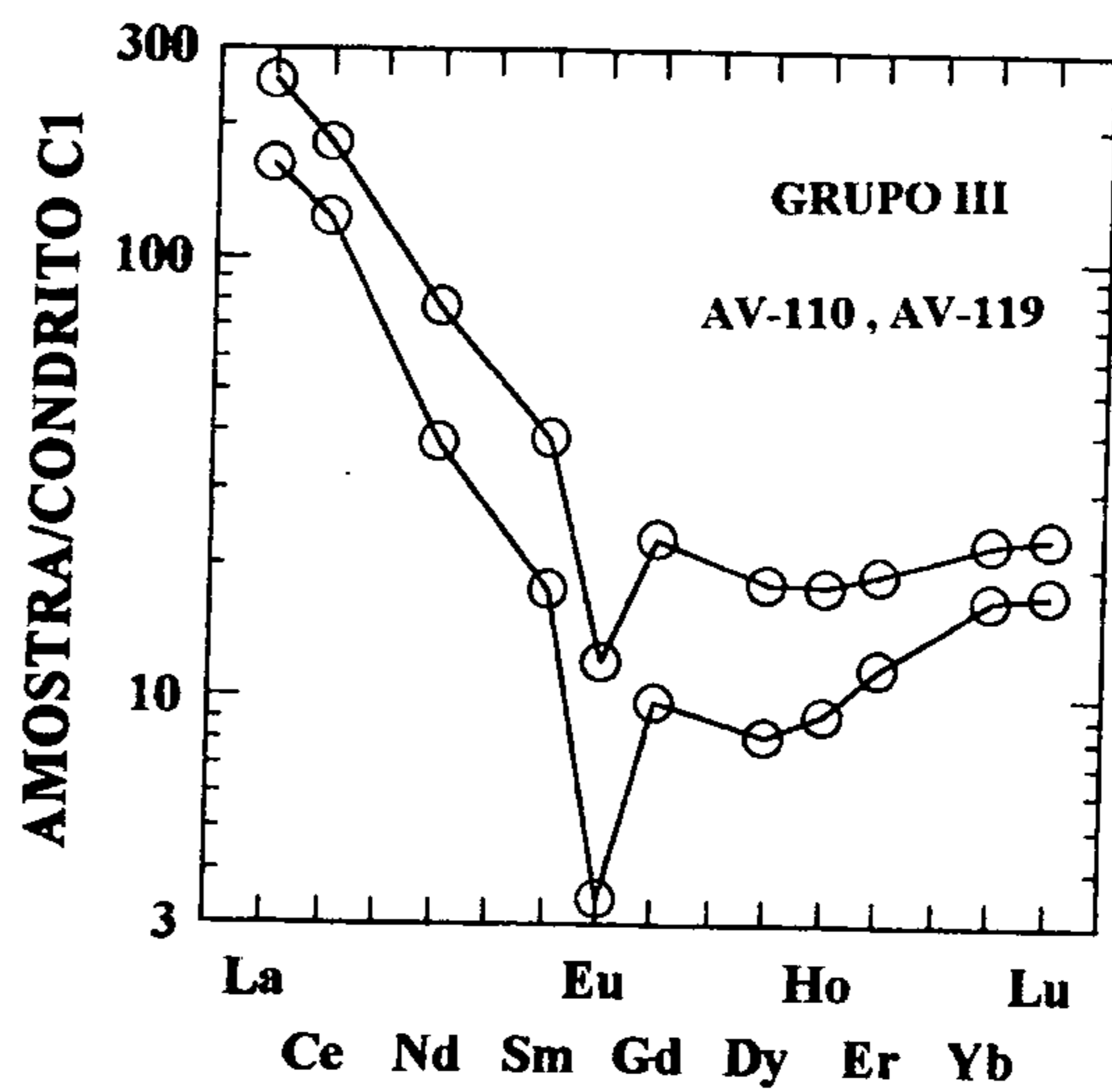
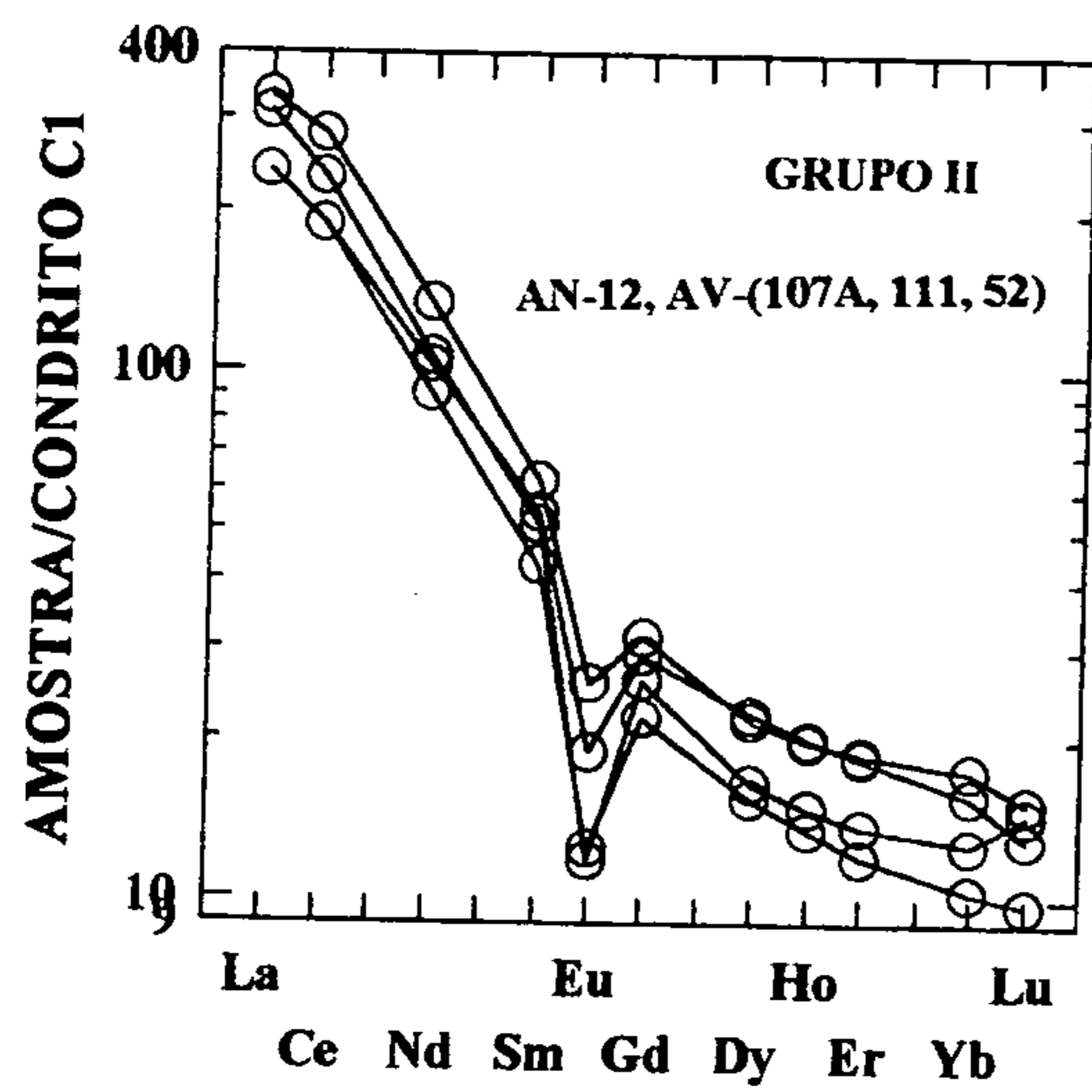
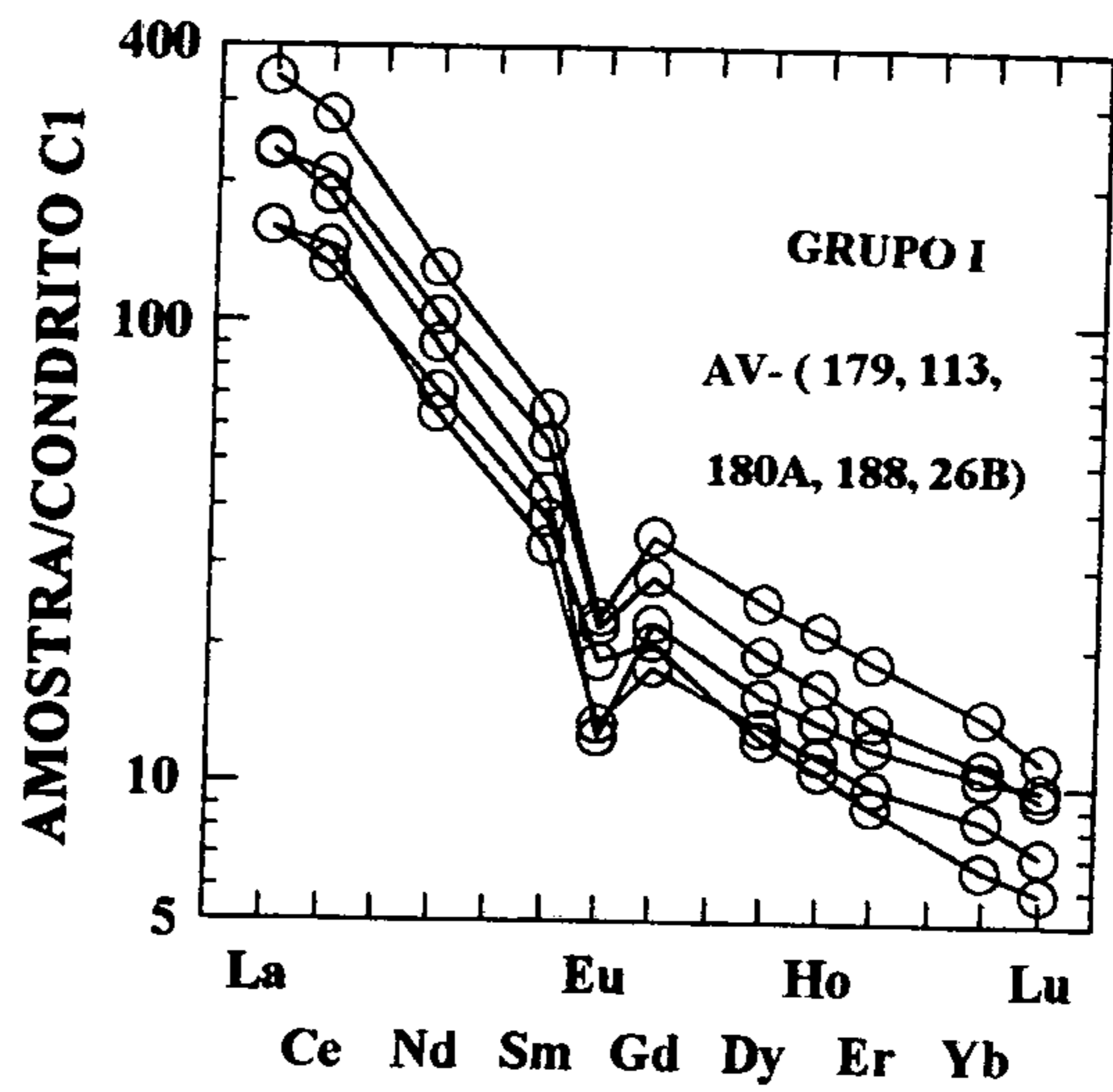
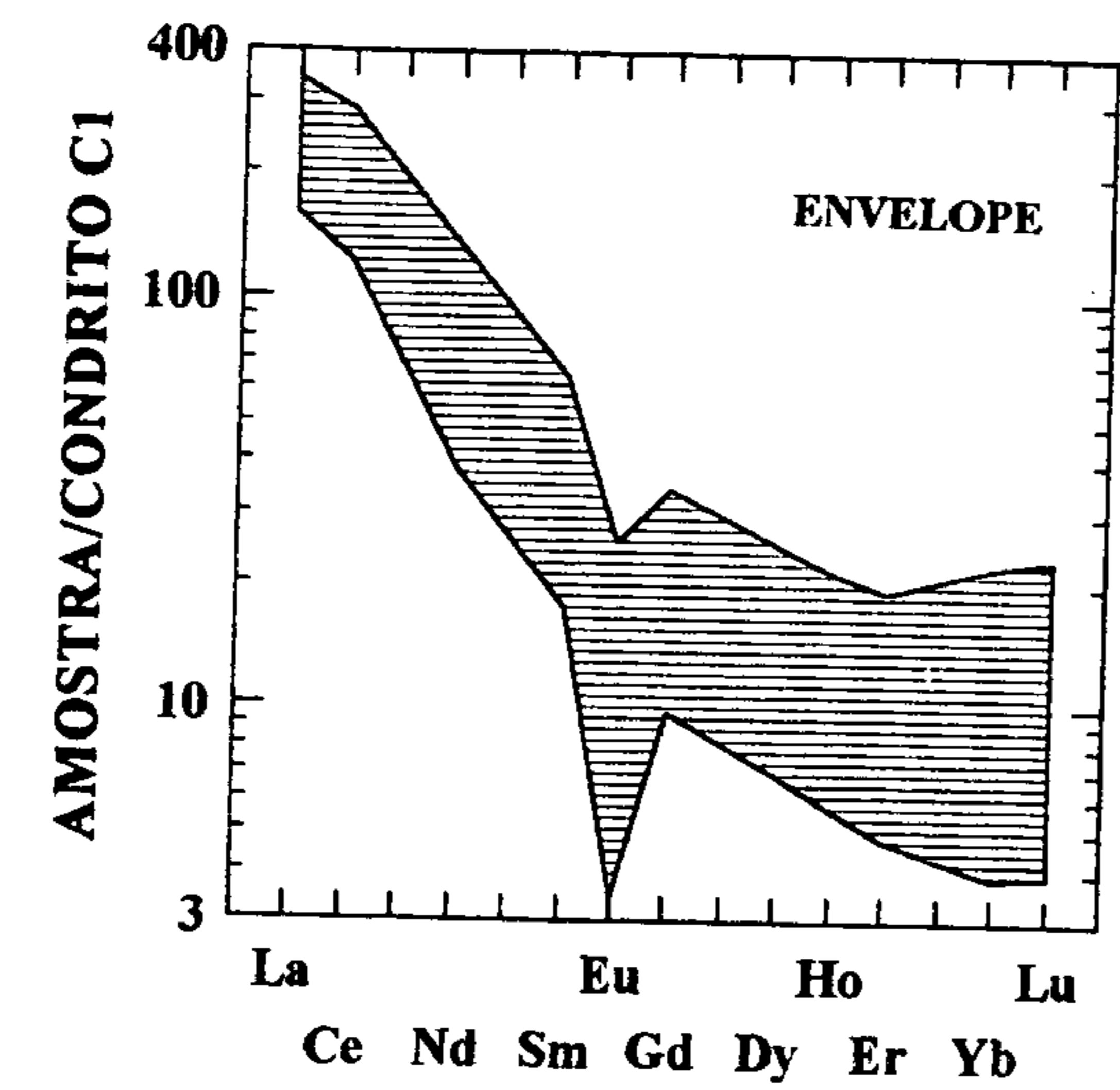
FIGURA 32. DIAGRAMA B<sub>x</sub>A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 33. DIAGRAMA  $\text{SiO}_2 \times (\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$  DE RÖGERS & GREENBERG (1981), APLICADO AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, NA FOLHA REDENÇÃO.**



**FIGURA 34. DIAGRAMA QZ-AB-OR (NORMATIVOS) APLICADO AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, NA FOLHA REDENÇÃO.**



**FIGURA 35. ARANHOGRAMAS DOS PADRÕES DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS, NORMALIZADOS SEGUNDO OS VALORES DO CONDRIITO C1 DE SUN & McDONOUGH (1989), PARA AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, NA FOLHA REDENÇÃO.**

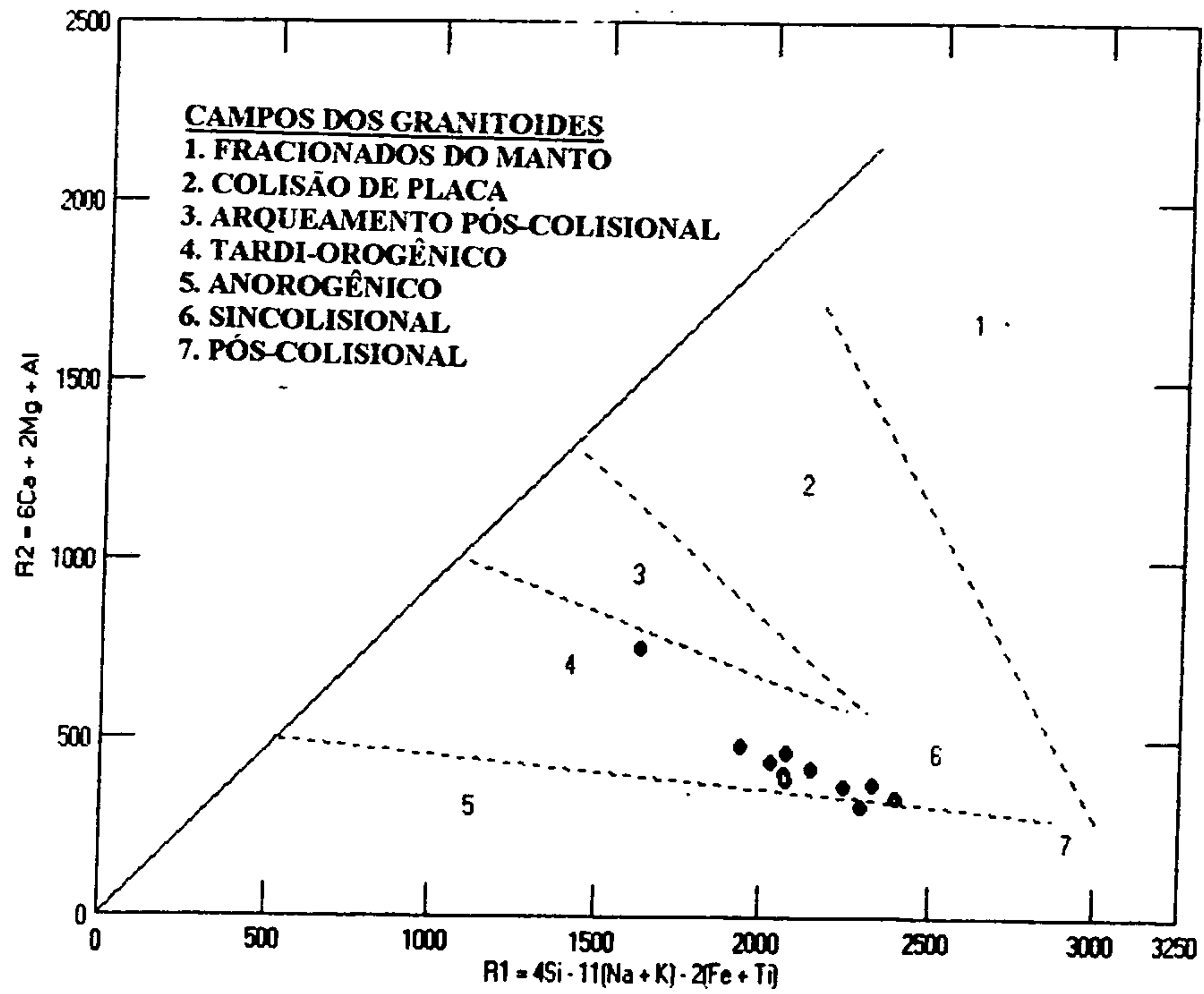


FIGURA 36. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985), APLICADO AS ROCHAS DA UNIDADE GRANITO REDENÇÃO, NA FOLHA REDENÇÃO.

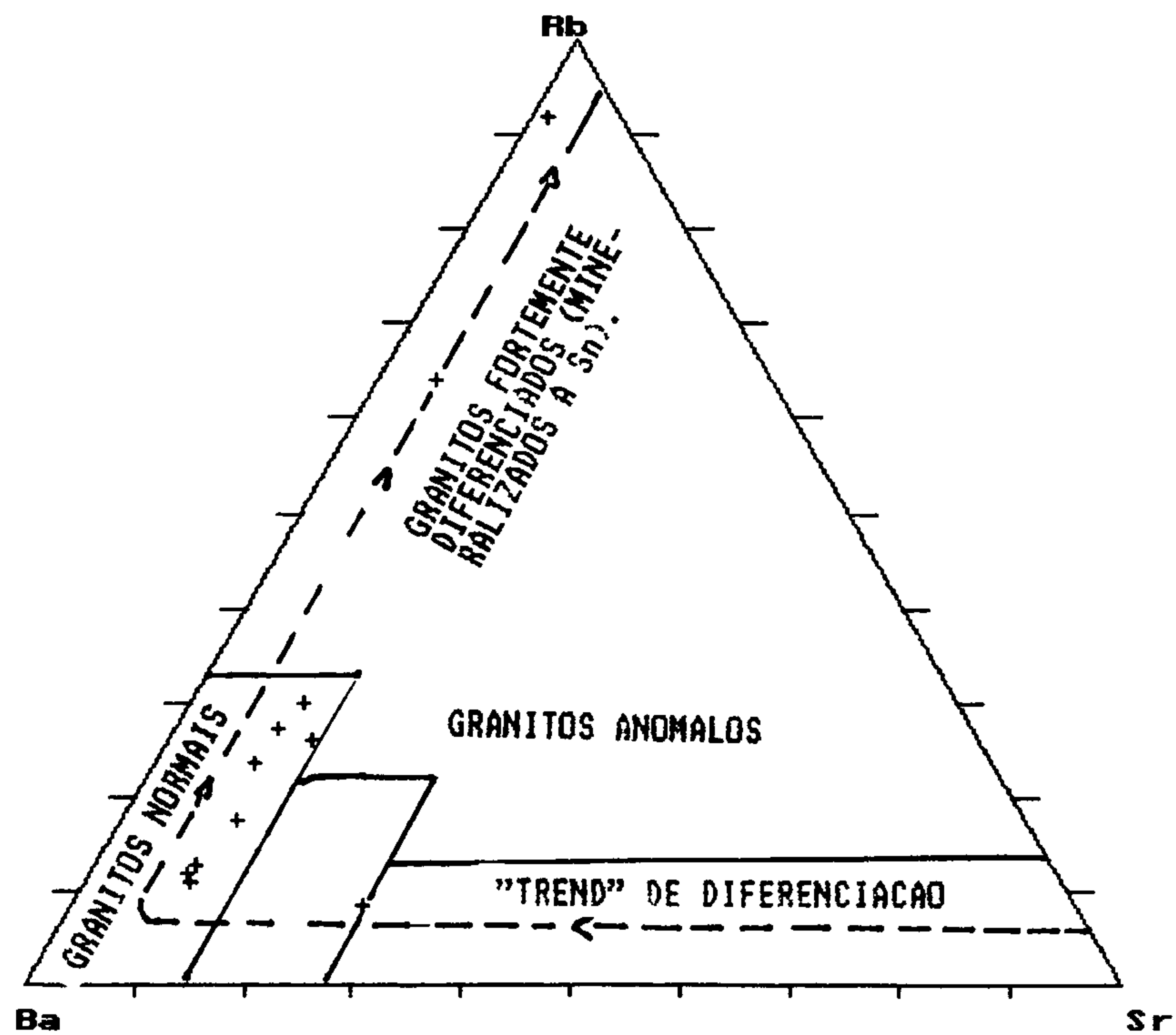


FIGURA 37. DIAGRAMA Ba-Rb-Sr DE BOUSEILY & SOKKARY (1975), APLICADO AOS GRANITOIDES DA UNIDADE "SIÊNITO REDENÇÃO", NA FOLHA REDENÇÃO.

## 5. ROCHAS SUPRA CRUSTAIS DO GRUPO INAJÁ

### 5.1. ROCHAS ULTRAMÁFICAS (KOMATIITOS)

Conforme indicadas na **tabela 7** foram estudadas quimicamente 8 (oito) espécimes de natureza komatiítica na seqüência vulcanossedimentar denominada Grupo Inajá.

Esses espécimes analisados vistos ao microscópio apresentam-se metamorfizados, e correspondem a litótipos como: serpentinitos peridotíticos, sericita filitos, xistos com clorita, tremolita, actinolita e flogopita.

Quimicamente se destacam os altos percentuais em peso de MgO, variando na faixa de 18 a 32%, e de PF (perda ao fogo) com valores entre 4 e 16%. Os demais percentuais dos óxidos dos elementos maiores são característicos de rochas ultramáficas, como sejam: baixos SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, álcalis, CaO, FeO<sub>total</sub> e TiO<sub>2</sub>. As relações Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO são variáveis e quando superiores a unidade indicam maior participação de serpentina nos produtos de alteração metamórfica/hidrotermal. Também são variáveis as razões CaO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, sendo, em sua maioria, inferiores ao padrão condritico (0,82), observando-se que os dois maiores valores registrados nas amostras AV-98C (1,00) e AV-43 (0,99) equivalem aos menores valores de MgO. Na verdade, se tomarmos como base classificatória esse parâmetro CONDIE, 1981; BROOKS & HART (1974) ter-se-ia que rejeitar o termo komatiito para a maioria das amostras aqui em consideração, já que apenas quatro amostras (AV-177, 56, 98C e 43) apresentam valores dessa razão superiores a 0,8. Entretanto, tais rochas equivalem a komatiitos e a komatiitos peridotíticos nos diagramas Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - (FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+TiO<sub>2</sub>) - MgO, **figura 38** e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - MgO - CaO, **figura 39**. Consideradas do ponto de vista das razões Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> constata-se que tais rochas são muito ricas em Al e, a exceção da amostra AV-169D, equivalem aos komatiitos não depletados em Al do tipo Munro, do Canadá, chegando, em alguns casos, a supera-los, como é o caso da amostra AV-140.

Dos elementos-traço de transição, apenas foi analisado o Cr cujos teores registrados variam na faixa de 3000 a 5000, predominando o primeiro valor o qual, entretanto, não apresenta qualquer relação com os percentuais de MgO.

Quanto ao comportamento dos ETR, analisado em apenas seis amostras, verifica-se, especialmente no aranhograma da **figura 40**, típico enriquecimento dos ETRL, traduzido matematicamente por altas razões (La/Sm)<sub>N</sub> (**tabela 7**) variando entre 2,41 a 7,99. A amostra AV-169D é extremamente anômala neste contexto devido a sua mais alta concentração nesses lantanídeos sobretudo naqueles de natureza cérica e, também pelo seu mais alto valor em anomalia negativa de európio (Eu/Eu\* = 0,52). É possível que esta amostra juntamente com aquela de sigla AV-140, que também apresenta elevado valor de anomalia negativa de európio, estejam refletindo o forte efeito de alteração hidrotermal a que foram submetidas, haja visto os altos valores das razões Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO.

Vale ressaltar que os padrões enriquecidos em ETRL das rochas ultramáficas aqui analisadas podem indicar um posicionamento estratigráfico elevado dessas amostras na seqüência dos derrames vulcânicos, fato que é coerente com o caráter enriquecido em Al dessas rochas bem como pelos altos valores das razões Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub>, além, é óbvio, de estarem mais sujeitas aos efeitos dos processos hidrotermais.

Quanto a ambiência tectônica, o diagrama TiO<sub>2</sub> - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 10MnO, **figura 41**, indicam que todas as amostras se posicionam no campo CAB (basaltos cálcio alcalino), o que

segundo CONDIE (1990), corresponde a ambiente de arco de ilha, o que é coerente com a frequência de "basaltos do tipo greenstone belt".

No que se refere ao potencial metalogenético dessas rochas, torna-se necessário aprofunda-se as pesquisas tanto a nível petrográfico quanto químico, buscando conhecer os teores de elementos como por exemplo: S, Ni, Cu, PGE, Au, Co, V, etc. Entretanto, algumas características químicas e petrográficas até aqui arroladas parecem indicar boa potencialidade metalogenética para essas rochas:

- a) paragênese mineralógica indicativa de metamorfismo de baixo grau;
- b) altas razões  $Al_2O_3/TiO_2$  semelhantes aos komatiitos do tipo Munro, do Canadá, nos quais são conhecidas importantes mineralizações sulfetadas;
- c) o caráter enriquecido em Al e nos ETRL, indicando posição elevada na seqüência vulcânica e, portanto, sujeita a procesos hidrotermais mineralizantes de Cu, Ni, Au e PGE.

**TABELA 7 : DADOS QUÍMICOS E PETROQUÍMICOS DAS ROCHAS SUPRA CRUSTAIS ULTRAMÁFICAS - KOMATÍTICAS (ARQUEANAS) (FOLHA REDENÇÃO).**

	AV-177	AV-169D	AV-140	AV-98A	AV-56	AV-98C	AV-43	AV-176
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	37,60	38,50	38,80	39,50	41,60	45,00	45,90	47,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,70	3,30	3,80	6,60	6,10	7,60	8,50	6,60
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,30	8,20	13,40	8,10	7,30	4,90	2,60	5,30
FeO	7,20	3,80	3,80	6,20	5,70	8,40	9,60	6,30
MnO	0,14	0,15	0,18	0,18	0,19	0,17	0,23	0,18
MgO	26,70	32,50	28,10	28,40	26,50	20,00	18,70	21,60
CaO	4,30	2,40	2,90	3,60	5,20	7,60	8,40	4,20
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,08	0,24	0,27	0,05	0,11	0,26	0,05
K <sub>2</sub> O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,48	0,05
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,21	0,02	0,21	0,21	0,31	0,42	0,21
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,07	0,08	0,09	0,05	0,05	0,04	0,10	0,35
H <sub>2</sub> O+	0,37	0,07	0,00	1,30	0,30	1,50	0,40	0,00
PF	16,40	10,30	8,02	6,60	7,10	5,60	4,10	7,30
TOTAL	100,12	99,64	99,40	101,06	100,35	101,28	99,69	99,64
CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,91	0,73	0,76	0,55	0,85	1,00	0,99	0,64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	22,38	15,71	190,00	31,43	29,05	24,52	20,24	31,43
MgN	0,68	0,83	0,81	0,72	0,72	0,57	0,52	0,66
Ti	1259	1259	120	1259	1259	1858	2518	1259
Cr	3000	5000	3000	3000	3000	3000	3000	5000
La	4,12	27,20	37,88	2,86	-	9,95	6,31	-
Ce	8,46	67,72	29,93	6,01	-	11,93	11,40	-
Nd	2,12	23,78	17,89	2,67	-	8,74	5,85	-
Sm	0,41	4,72	2,98	0,74	-	2,09	1,49	-
Eu	0,12	0,74	0,55	0,24	-	0,64	0,50	-
Gd	0,38	3,76	2,25	0,82	-	2,30	1,60	-
Dy	0,44	3,76	2,69	1,17	-	2,91	2,06	-
Ho	0,09	0,74	0,64	0,23	-	0,57	0,40	-
Er	0,32	1,99	1,61	0,60	-	1,52	1,07	-
Yb	0,42	1,53	1,32	0,50	-	1,32	0,84	-
Lu	0,07	0,19	0,18	0,08	-	0,16	0,12	-
(Eu/Eu*)N	0,96	0,52	0,62	0,94	-	0,89	0,98	-
(Gd/Yb)N	0,73	1,98	1,37	1,30	-	1,40	1,53	-
(La/Yb)N	6,58	11,96	19,32	3,80	-	5,08	5,04	-
(La/Sm)N	6,31	3,62	7,99	2,41	-	2,99	2,66	-
SUMETR	17,00	136,16	97,95	15,96	-	42,17	31,67	-

**CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA :** SERPENTINITO (PERIDOTITO?) (2); PERIDOTITO (?)

SERPENTINIZADA (4); SERICITA FILITO (OU FILONITO? CARBONÁTICO (1);

ULTRAMÁFICA SERPENTINIZADA RICA EM TREMOLITA E FLOGOPITA E SERPENTINA( 5);

CLORITA-ACTINOLITA XISTO (6); ACTINOLITA XISTO (3). (S/ANÁLISE) - (7,8)



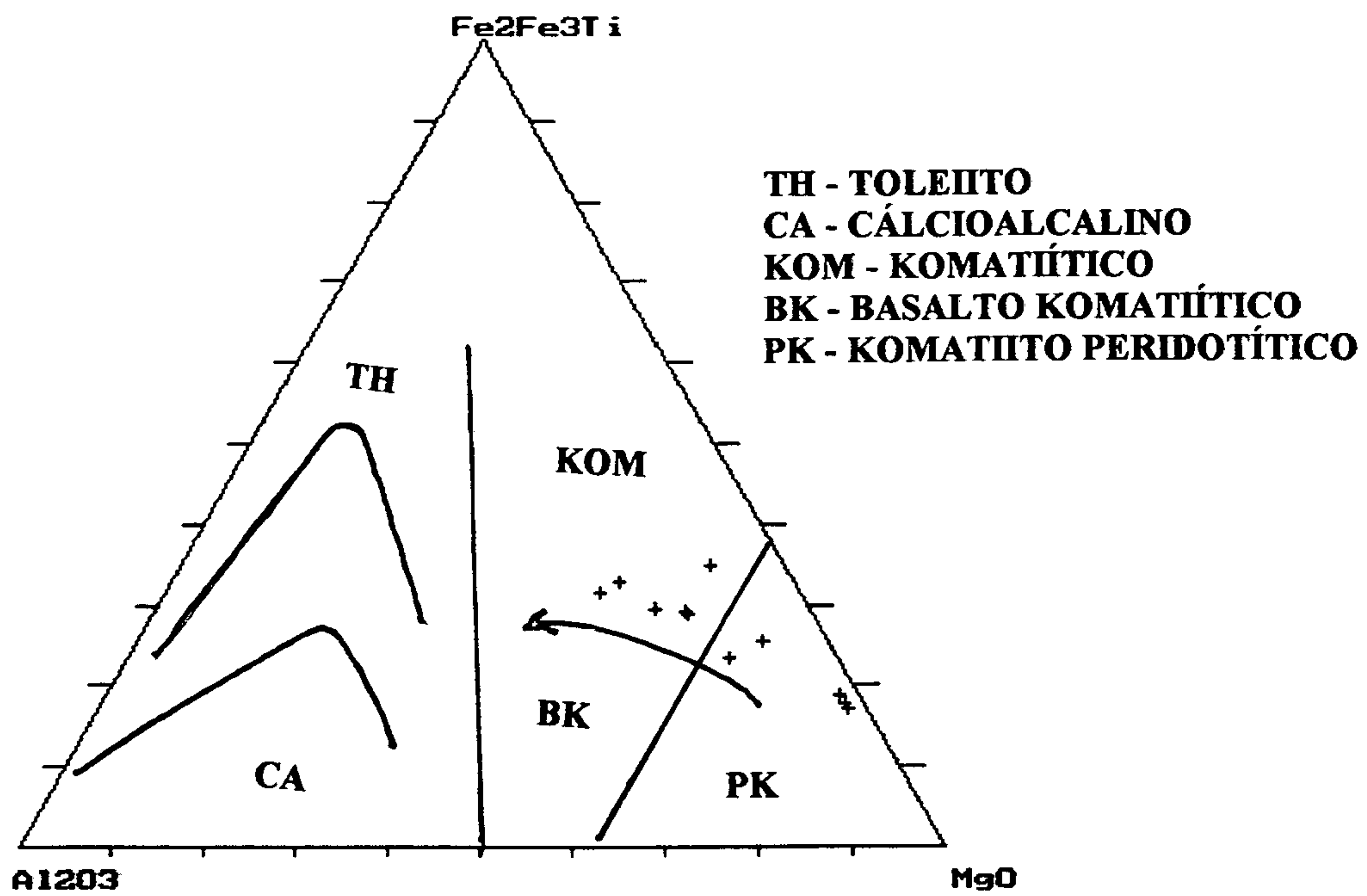


FIGURA 38. DIAGRAMA  $Al_2O_3$  -  $MgO$  -  $(Fe_2O_3 + FeO + TiO_2)$ , SEGUNDO JENSEN (1976), APLICADO ÀS ROCHAS ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.

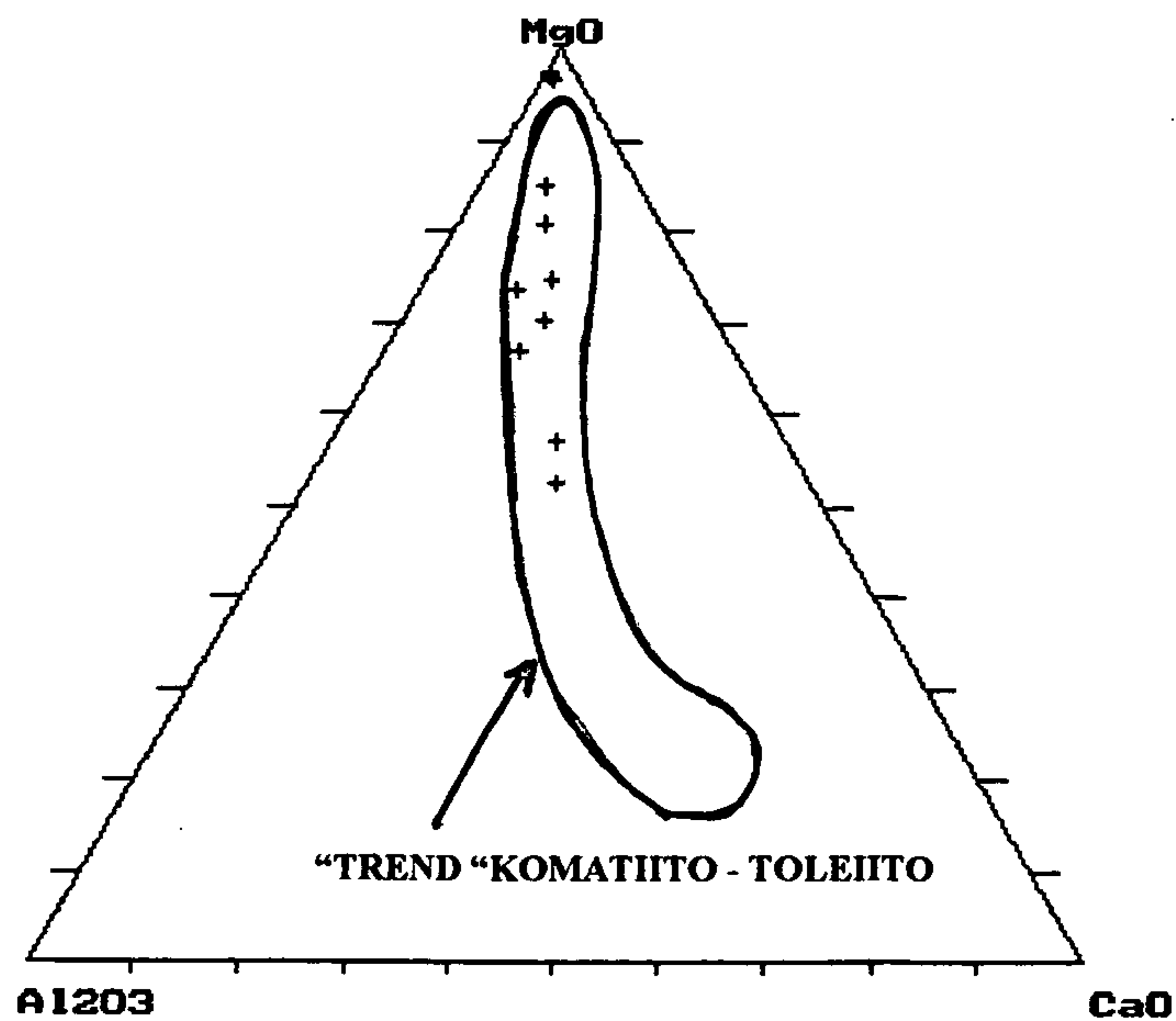


FIGURA 39. DIAGRAMA  $Al_2O_3$  -  $MgO$  -  $CaO$ , SEGUNDO VILJOEN & VILJOEN (1969), APLICADO ÀS ROCHAS ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.

## 5. 2 - ROCHAS METABÁSICAS

Dezenove amostras integram a população das rochas metabásicas analisadas quimicamente nessa unidade, conforme relacionadas na tabela 8. Entretanto, a ausência de dados relativos aos elementos-traço, a exceção dos elementos de terras raras, não deixa margem a um bom entendimento das características litogeoquímicas dessas rochas. A não disposição dos percentuais dos óxidos dos elementos maiores para as amostras de número de ordem 14 a 19 reforça ainda mais a dificuldade de interpretação petrológica do conjunto de rochas aqui em pauta. Também é óbvio que com base sobretudo nos óxidos dos elementos maiores dificilmente pode-se definir os padrões petrológicos dessas rochas uma vez que elas foram submetidas a processos metamórficos e hidrotermais, e, em decorrência, perderam seus padrões químicos originais.

Com relação aos percentuais dos óxidos dos elementos maiores verifica-se que nesse conjunto de rochas um predomínio de baixos valores em  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , ao lado dos altos percentuais de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ferro,  $\text{CaO}$  e  $\text{TiO}_2$ . De modo geral todo o conjunto apresenta-se dentro dos padrões dos basaltos de "greenstone", conforme a classificação de CONDIE (1990):  $\text{SiO}_2 = (48-54\%)$ ,  $(\text{CaO}+\text{MgO}) = 15-21\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 > 12\%$  e  $\text{MgO} < 15\%$ . Entretanto, os altos percentuais de  $\text{FeO}$  e  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  comparados aos baixos percentuais de  $\text{MgO}$  geram valores de "MgNumber" bem inferiores àqueles registrados normalmente em basaltos de "greenstone" cujas médias variam na faixa de 0,6-0,65. Nota-se que esses altos valores em ferro encontram correspondentes com aqueles de  $\text{TiO}_2$ . Porém as razões  $\text{MgO/FeO}$ , a exceção das amostras AV-57A, AV-155 e AV-141, mantem-se no padrão dos basaltos de "greenstone", ou sejam, são inferiores a 1.

Com base nos percentuais de álcalis e sílica o diagrama de Le MAITRE (1989), representado na figura 42 nos indica trata-se de rochas predominantemente basálticas com leve variação para basalto andesítico, do tipo toleítico de baixo potássio, com leve tendência a médio potássio, com indicado no diagrama  $\text{K}_2\text{O}$  versus  $\text{SiO}_2$  de Le MAITRE (1989), representado na figura 43

Os elementos traço Zr e Y são muito variáveis e apresentam razões Zr/Y bastante heterogêneas, o mesmo acontecendo com as razões Zr/Ti, sendo ambas de tendência baixa. Os teores de Cr são, em sua maioria, baixos, em torno de 100 ppm. As amostras AV-57A, AV-114 e AV-141 apresentam valores, respectivamente de 700 e 500 ppm, relativamente mais altos, porém compatíveis com o padrão de rochas básicas.

Os elementos de terras raras analisados em dezoito amostras apresentam como característica marcante baixas concentrações (exceto nas amostras AV-149 e AV-24b), desprezíveis anomalias de európio, inferior a 0,8 ( $\text{Eu/Eu}^*$ ), enriquecimento dos ETRL ( $\text{La/Sm}$ )N variando até 4,10 e, fracionamento dos ETRP de um mínimo de 1,04 a um máximo de 2,38. Estes parâmetros indicam forte similaridades desse conjunto de rochas com os basaltos toleíticos do tipo TH2 ("Enriched tholeiitic basalt") de CONDIE (1981).

As variações observadas nesse conjunto de rochas quanto aos padrões dos ETR acham-se indicadas diagramaticamente na figura 44.

Quanto a ambiência geotectônica desses metabasaltos o diagrama  $10\text{MnO} - \text{TiO}_2 - 10\text{P}_2\text{O}_5$ , representado na figura 45, indica trata-se essencialmente de arco de ilha, o que de acordo com CONDIE (1990) é bastante característico de vulcanismo do tipo "greenstone belt".

As expectativas metalogenéticas para esse conjunto de rochas são as mesmas indicadas para as rochas ultramáficas da mesma unidade Inajá, ou sejam: Au, Cu, Ni e PGE.

TABELA 8. DADOS QUIMICOS E LITOGEOQUIMICOS DOS METABASALTOS DO GRUPO INAJA - FOLHA REDENCAO

	AV-108B	AV-57B	AV-57A	AV-149	AV-139B	AV-153	AV-114	AV-155	AV-141	AV-169B	AV-152A	AV-152B	AV-156						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13						
SiO <sub>2</sub>	45,40	47,10	47,80	48,00	48,10	48,30	48,50	49,30	49,90	51,40	52,00	52,00	56,70						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,00	17,00	12,30	15,10	13,20	14,20	18,40	15,10	15,10	13,20	16,10	16,10	14,60						
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,20	3,80	4,00	8,10	8,10	4,10	2,80	2,60	4,70	2,90	5,10	5,10	2,70						
FeO	12,00	9,00	5,90	5,10	9,70	10,60	6,90	7,80	6,30	8,60	11,50	11,50	8,60						
MnO	0,25	0,18	0,15	0,17	0,23	0,19	0,17	0,31	0,15	0,17	0,39	0,39	0,17						
MgO	4,80	7,40	10,90	4,30	4,00	6,90	6,70	8,30	8,40	8,00	3,20	2,80	3,10						
CaO	9,50	9,50	15,00	15,60	10,10	9,70	12,10	11,50	11,80	9,00	5,30	5,30	10,00						
Na <sub>2</sub> O	4,90	2,60	1,60	0,24	2,30	2,40	2,20	1,90	1,60	2,80	1,80	1,50	1,10						
K <sub>2</sub> O	0,23	0,48	0,15	0,05	0,61	0,07	0,16	0,36	0,07	0,97	0,24	0,36	0,36						
TiO <sub>2</sub>	2,10	0,94	0,47	0,83	2,50	1,40	0,63	1,40	0,42	0,73	2,10	2,10	0,63						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,09	0,17	0,04	0,11	0,19	0,15	0,19	0,16	0,07	0,11	0,19	0,20	0,10						
H <sub>2</sub> O+	0,20	0,50	0,90	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00						
PF	0,80	1,30	1,40	2,06	0,98	1,42	1,10	1,10	1,12	1,40	4,26	2,32	1,50						
CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73	0,56	1,22	1,03	0,77	0,68	0,66	0,76	0,78	0,68	0,33	0,33	0,68						
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	6,19	18,09	26,17	18,19	5,28	10,14	29,21	10,79	35,95	18,08	7,67	7,67	23,17						
MgNumber	0,18	0,32	0,51	0,32	0,19	0,27	0,35	0,37	0,43	0,34	0,14	0,12	0,17						
MgO/FeO	0,40	0,82	1,85	0,84	0,41	0,65	0,97	1,06	1,33	0,93	0,28	0,24	0,36						
Ti	1379	2878	899	300	3657	420	959	2158	420	5815	1439	2158	2158						
Cr	20	100	700	150	30	100	500	300	500	200	70	70	100						
Y	10	15	15	50	30	30	15	20	15	20	30	30	30						
Zr	15	30	20	50	50	70	15	30	30	30	70	70	50						
Ti/Zr	92	96	45	6	73	6	64	72	14	194	21	31	43	AV-24B	AV-108B	AV-137A	AV-146	AV-147	AV-56
Zr/Y	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	14	15	16	17	18	19
La	-	9,40	6,40	26,02	16,20	5,15	3,22	5,55	10,04	7,22	9,36	7,38	5,02	59,07	6,20	5,85	5,33	3,60	6,89
Ce	-	20,96	13,38	14,48	31,24	11,05	7,51	12,19	20,00	13,57	18,37	19,36	13,32	133,30	12,92	12,28	10,99	8,88	9,27
Nd	-	11,36	7,16	42,29	24,41	6,62	4,44	6,82	10,92	8,69	17,11	15,30	7,03	70,55	7,02	6,00	6,64	5,51	4,43
Sm	-	2,49	2,01	11,04	6,97	1,94	1,37	1,91	2,94	2,29	5,20	4,88	2,27	12,81	1,65	1,41	1,81	1,71	1,05
Eu	-	0,78	0,58	2,83	2,19	0,53	0,45	0,49	0,76	0,63	1,59	1,34	0,52	2,65	0,55	0,43	0,54	0,46	0,31
Gd	-	2,27	1,96	11,31	7,58	2,14	1,52	1,87	3,08	2,43	5,68	5,57	2,77	8,56	1,58	1,22	2,10	1,71	1,08
Dy	-	2,58	2,55	14,35	8,94	3,05	2,02	2,58	4,29	3,30	8,35	7,69	4,06	7,93	1,95	1,42	2,99	2,19	1,64
Ho	-	0,50	0,50	2,70	1,70	0,63	0,39	0,53	0,87	0,67	1,68	1,50	0,82	1,52	0,38	0,28	0,59	0,41	0,33
Er	-	1,27	1,36	6,48	4,19	1,83	0,99	1,54	2,42	1,87	4,60	3,85	2,27	3,79	0,97	0,73	1,60	0,98	0,89
Yb	-	1,06	1,00	5,07	3,45	1,66	0,89	1,25	2,09	1,70	4,41	3,46	1,97	2,90	0,73	0,58	1,40	0,78	0,81
Lu	-	0,13	0,13	0,60	0,43	0,22	0,11	0,15	0,26	0,22	0,58	0,43	0,25	0,35	0,09	0,08	0,17	0,09	0,12
SUMETR	-	52,84	37,08	137,20	107,35	34,86	22,98	34,92	57,70	42,63	76,96	70,78	40,34	303,46	34,08	30,30	34,23	26,36	26,86
(Eu/Eu*)N	-	0,99	0,88	0,77	0,91	0,80	0,95	0,79	0,76	0,81	0,89	0,78	0,64	0,73	1,03	0,98	0,85	0,82	0,89
(GD/Yb)N	-	1,73	1,58	1,80	1,77	1,04	1,37	1,21	1,19	1,15	1,04	1,30	1,13	2,38	1,74	1,70	1,21	1,75	1,07
(La/Yb)N	-	5,96	4,32	3,45	3,16	2,08	2,42	2,99	3,23	2,85	1,43	1,43	1,71	13,73	5,71	6,81	2,56	3,08	5,72
(La/Sm)N	-	2,37	2,00	1,48	1,46	1,67	1,47	1,82	2,14	1,97	1,13	0,95	1,39	2,90	2,36	2,59	1,84	1,32	4,10

CLASSIFICAÇÕES PETROGRÁFICAS: S/ ANÁLISES: (1,2,14,15); URALITA GABRO/DIABASIO: (3,7,17); ANFIBOLITO LAMINADO: (5); EPIDOTO-PLAGIOCLASIO.-ACTINOLITA XISTO : (6,9,18); QUARTZO-EPIDOTO-ACTINOLITA XISTO:(4); EPIDOTO-QUARTZO-ACTINOLITA XISTO : (8,10,11); GRANADA-PLAGIOCLASIO-ACTINOLITA XISTO: (12); ACTINOLITA XISTO INTEGRALMENTE EPIDOTIZADO E SILICIFICADO: (13); ANFIBOLITO EPIDOTIZADO: (16); ACTINOLITA CLORITA XISTO: (19).

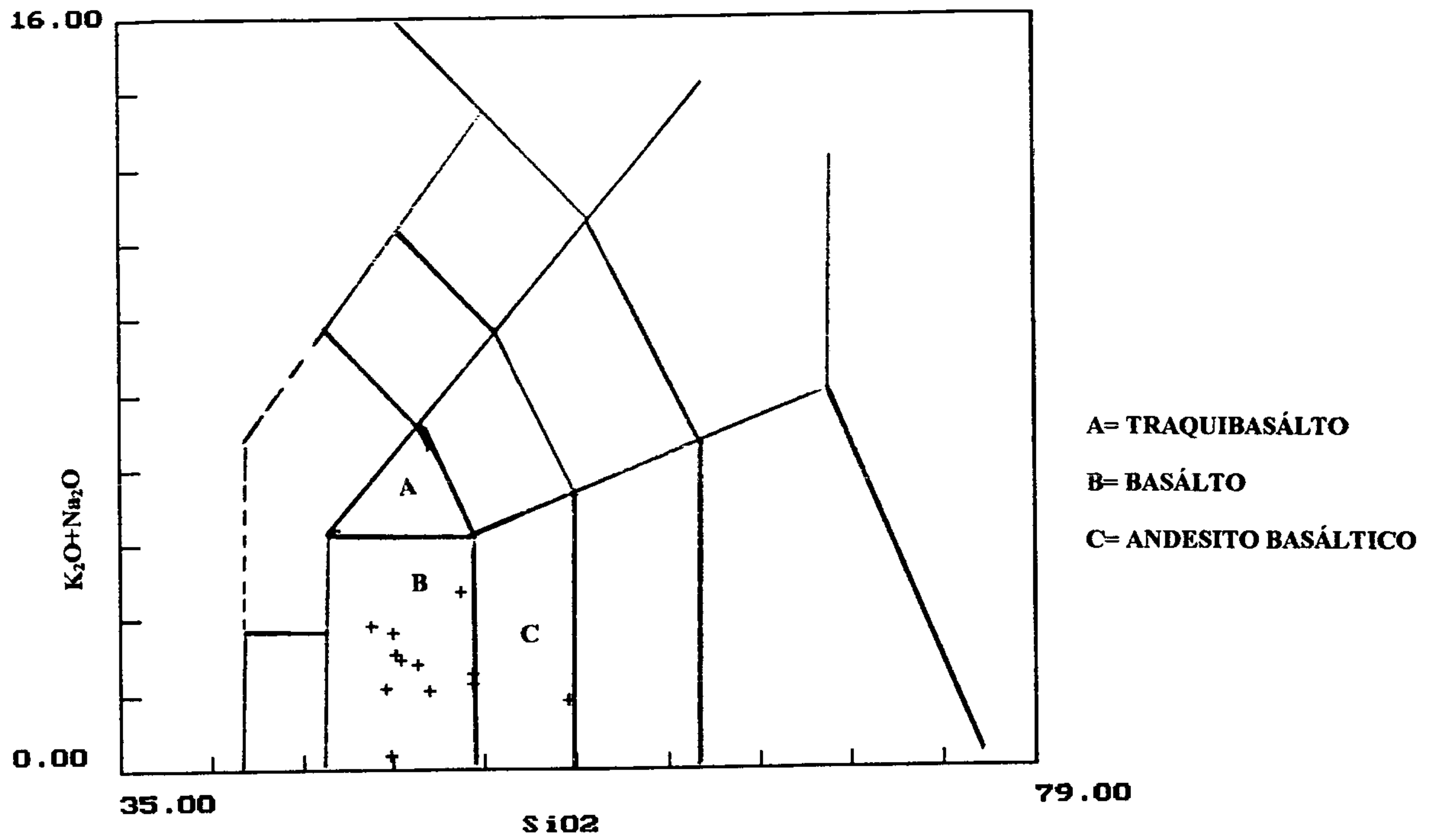


FIGURA 42. DIAGRAMA  $K_2O+Na_2O$  VERSUS  $SiO_2$ , MODIFICADO DE Le MAITRE (1989), CLASSIFICATÓRIO DAS ROCHAS VULCÂNICAS. APLICADO ÀS ROCHAS VULCÂNICAS METABÁSICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.

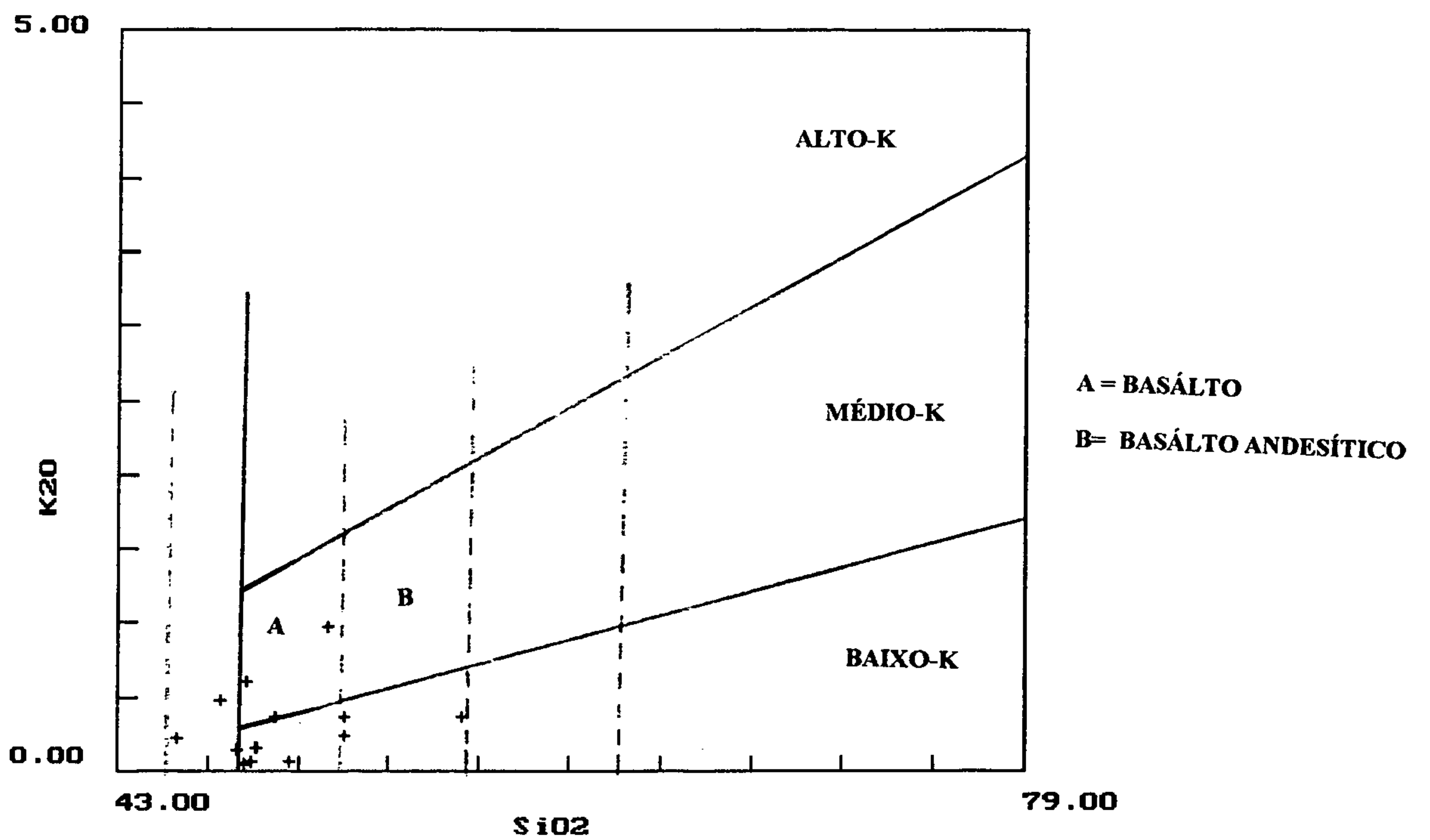


FIGURA 43. DIAGRAMA  $K_2O$  VERSUS  $SiO_2$ , MODIFICADO DE Le MAITRE (1989). CLASSIFICATÓRIO DAS SÉRIES VULCÂNICAS. APLICADO ÀS ROCHAS METABÁSICAS DA UNIDA INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.

AMOSTRA/CONDRIITO C1

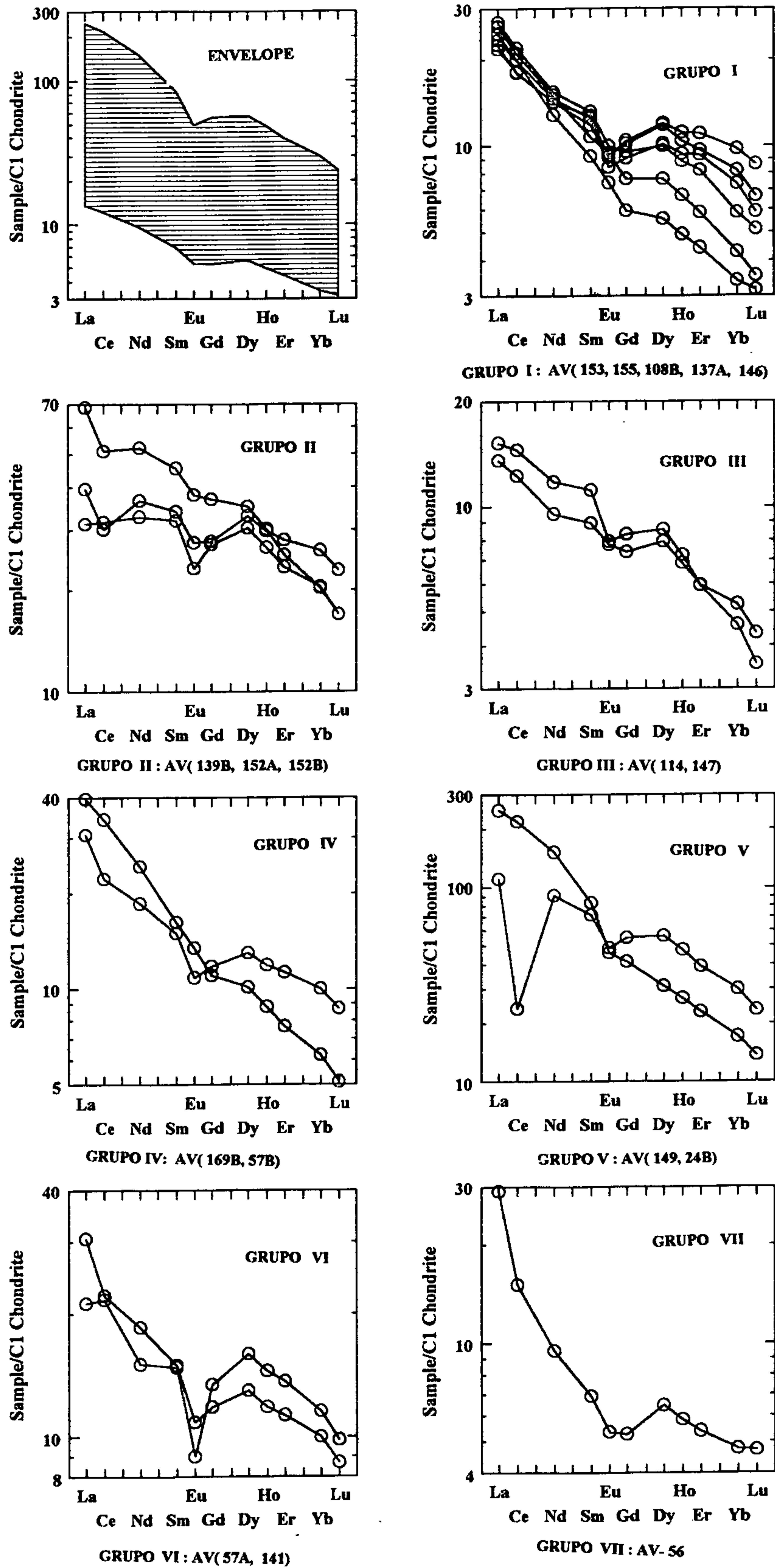


FIGURA 44. ARANHOGRAMAS DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS ANALISADOS NAS ROCHAS METABÁSICAS DA UNIDADE INAJÁ (FOLHA REDENÇÃO) E NORMALIZADOS SEGUNDO O PADRÃO CONDRIITO C1 DE SUN & McDONOUGH (1981)

### 5.3. FORMAÇÕES FERRÍFERAS, OU "IRON BANDED FORMATIONS - BIF".

Como é frequente nas seqüências vulcano-sedimentares de "greenstones" aqui também, na Unidade Inajá, ocorrem, em associação com rochas vulcânicas, sedimentos químicos litificados ricos em óxido de ferro e conhecidos como Formações Ferríferas.

Estas rochas foram analisadas num total de oito espécimes quanto aos seus percentuais em peso dos óxidos dos elementos maiores e seus teores em elementos de terras raras. Os resultados estão expostos na tabela 9 e são comparados com dados de literatura relativos as rochas semelhantes conhecidas no Pré-Cambriano de áreas cratônicas da região amazônica, do Estado de Minas Gerais e no exterior.

No conjunto desses oito espécimes observa-se um amplo espectro de percentuais de  $\text{SiO}_2$ , compreendendo valores mínimos como 33,40 a um máximo de 89,80%, a tal ponto que a rigor a amostra AN-04, onde foi registrada esta alta concentração de sílica não se enquadra exatamente na categoria de formação ferrífera, sendo mais precisamente um arenito ferruginoso, uma vez que contém apenas 9% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . As demais amostras se equiparam com as médias das "bifs" da Suite Metamórfica Vila Nova, Amapá e daquelas de fácies óxido ocorrentes na serra do Carajás, Estado do Pará, conforme dados constantes em FARACO, 1990. Em termos gerais os percentuais aqui registrados se assemelham àqueles da média das "bifs" tipo Lago Superior, segundo JAMES, 1966.

Quanto aos elementos de terras raras, vistos a luz dos dados tabelados (tabela 9) e dos padrões das curvas mostrados nos aranhogramas da figura 46, observa-se que o conjunto de espécimes analisado se caracteriza, de modo geral, pelos seguintes aspectos: a) maiores concentrações de elementos cêricos, principalmente de La e de Ce; b) dispersão e variabilidade das curvas nos aranhogramas; c) inclinação geral das curvas para a direita, denotando fracionamentos tanto dos ETRL quanto dos ETRP; d) presença esporádica de anomalias negativas pouco expressivas de Ce e de Eu; e) forte semelhança das curvas com aquela que corresponde a uma "bif" fácies óxido (CMD-84A) proveniente da serra da Serpentina, MG, e analisada por DOSSIN et al (1987).

A identificação desses aspectos no conjunto de rochas aqui em consideração permite-nos concluir que se trata de formações ferríferas, fácies óxido, do tipo Lago Superior, de idade proterozóica com algum sedimento clástico associado (AN-04).

**TABELA 9. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.**

	AV-99A	AV-108C	AV-109B	AV-109C	AN-04	AN-07	AV-145	AV-148	X1	X2	X3
	1	2	3	4	5	6	7	8			
SiO <sub>2</sub>	61,10	50,40	70,90	42,30	89,80	50,40	33,40	36,80	54,30	40,15	37,86-44,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	0,47	0,12	0,53	0,24	1,20	1,40	1,40	0,48	0,80	0,52-1,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,00	45,30	27,30	49,30	9,00	38,90	57,50	56,90	41,33	50,10	53,99-59,64
FeO	2,20	2,60	0,50	7,30	0,24	7,80	1,40	1,30	1,95	1,60	0,52-6,71
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,04	ND	ND
MnO	0,05	0,05	0,05	0,23	0,05	0,13	0,65	0,05	0,07	0,10	0,01-0,04
CaO	0,10	0,10	0,07	0,07	0,07	0,07	0,70	0,56	0,90	2,00	0,14-0,21
MgO	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,40	0,20	0,20	1,40	0,01-0,02
Na <sub>2</sub> O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	ND	0,11-0,12
K <sub>2</sub> O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08	ND	0,10-0,14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,13	0,12	0,09	0,13	0,05	0,09	0,21	0,10	0,13	0,01	0,02-0,05
PF	1,30	0,80	0,54	0,10	0,52	1,00	4,20	2,70			
H <sub>2</sub> O+	0,04	0,30	0,10	0,20	0,30	0,20	0,40	0,40			
TOTAL	100,16	100,39	99,92	100,41	100,52	100,04	100,41	100,56	A		
La	14,28	5,14	3,51	15,15	3,74	4,99	3,08	5,78	5,01		
Ce	9,13	6,10	3,97	15,60	4,22	6,95	8,08	14,71	8,00		
Nd	7,73	4,06	1,83	8,94	1,64	3,73	2,14	3,82	5,43		
Sm	1,20	0,98	0,31	1,52	0,22	0,63	0,49	0,67	1,33		
Eu	0,26	0,28	0,10	0,35	0,04	0,19	0,15	0,22	0,48		
Gd	0,75	1,07	0,33	1,08	0,14	0,52	0,49	0,58	1,67		
Dy	0,67	1,31	0,31	0,85	0,10	0,52	0,53	0,56	0,89		
Ho	0,14	0,28	0,06	0,16	0,02	0,10	0,11	0,12	0,17		
Er	0,40	0,88	0,19	0,38	0,07	0,30	0,32	0,37	0,80		
Yb	0,42	1,01	0,21	0,36	0,07	0,31	0,37	0,44	0,26		
Lu	0,07	0,16	0,03	0,07	0,01	0,06	0,07	0,08	0,04		
SUM ETR	35,05	21,27	10,85	44,46	10,27	18,30	15,83	27,35	24,10		

X1= MÉDIA DAS BIFs DA SUITE METAMÓRFICA VILA NOVA, SEG. FARACO, 1990;

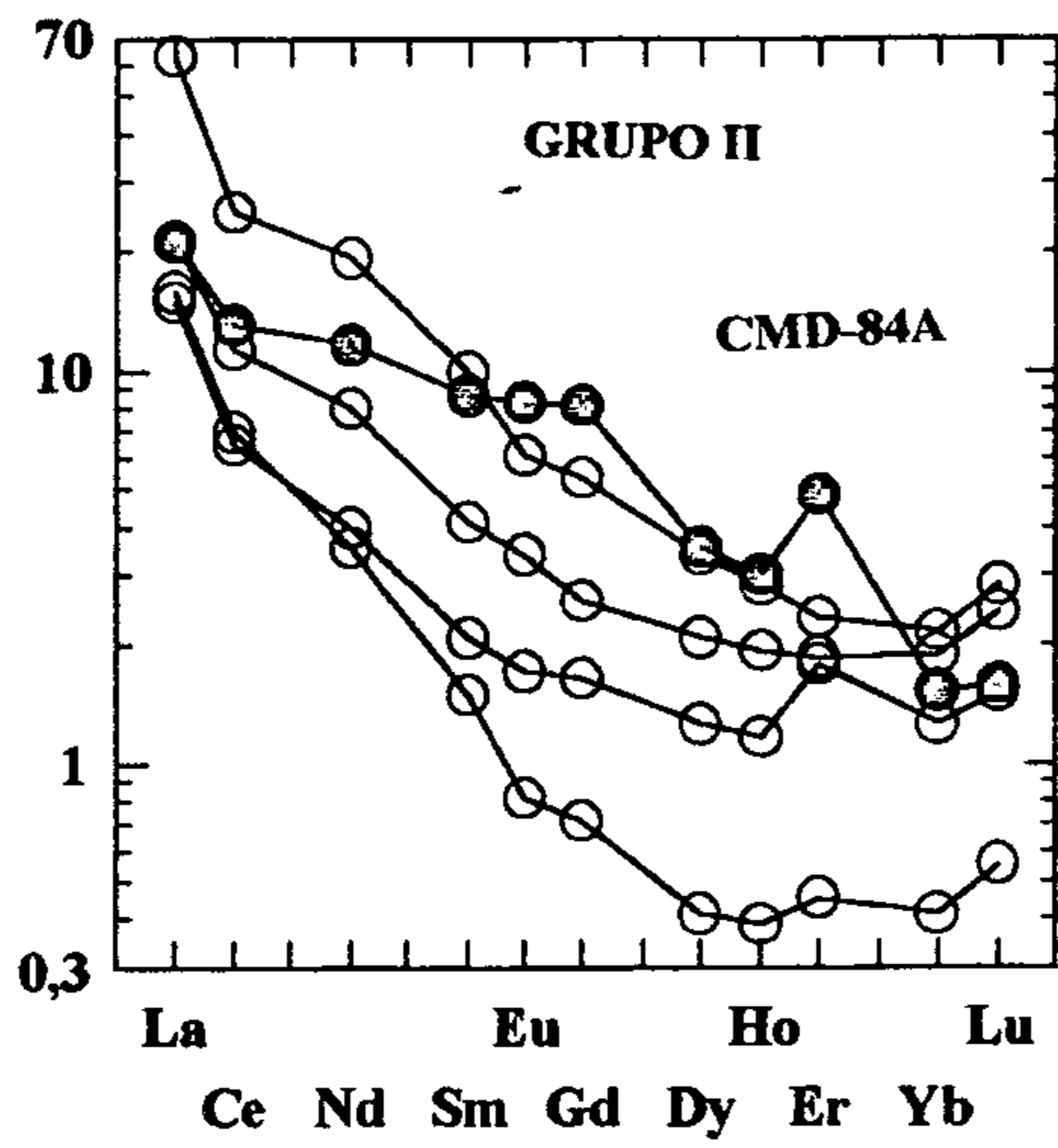
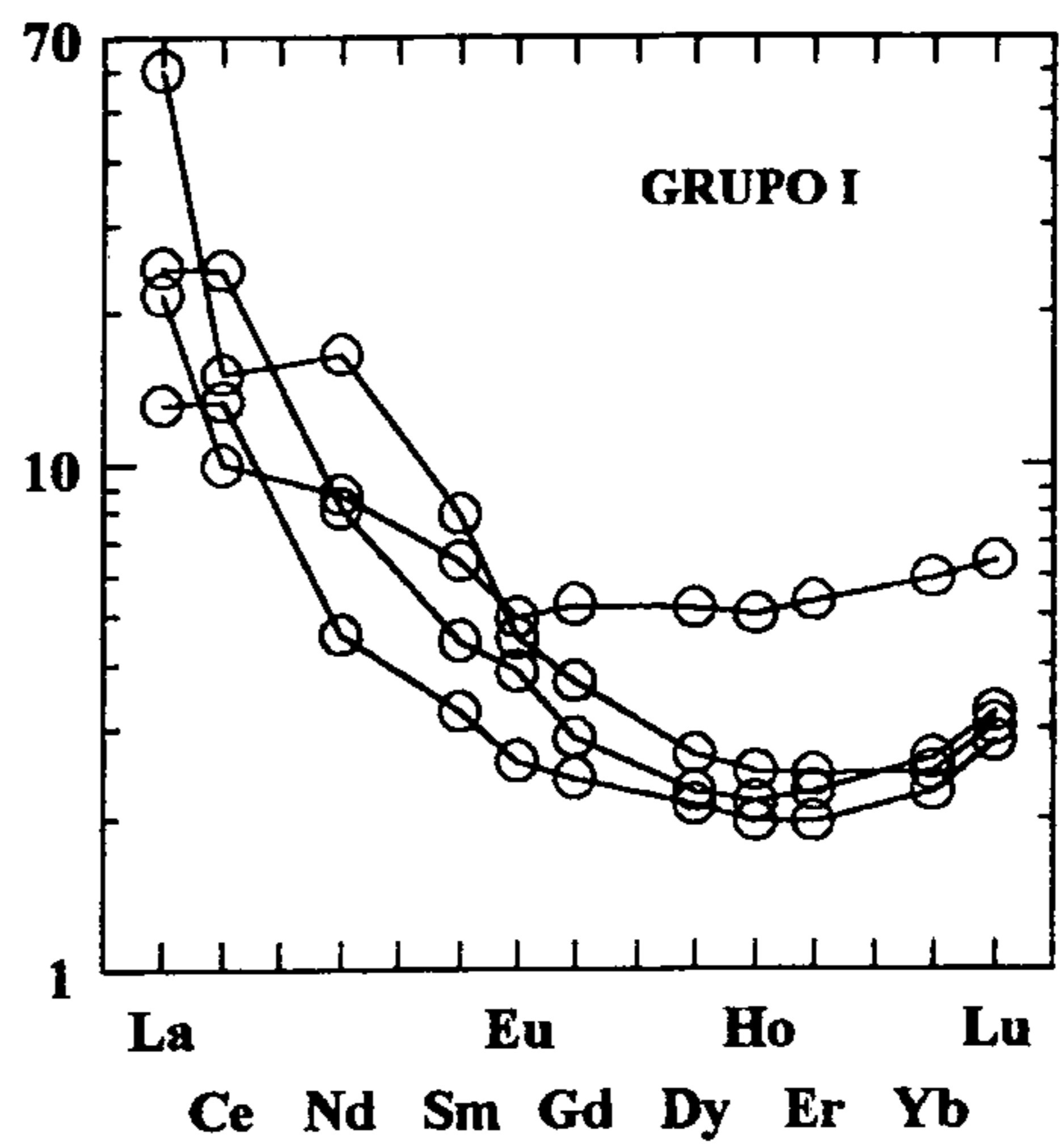
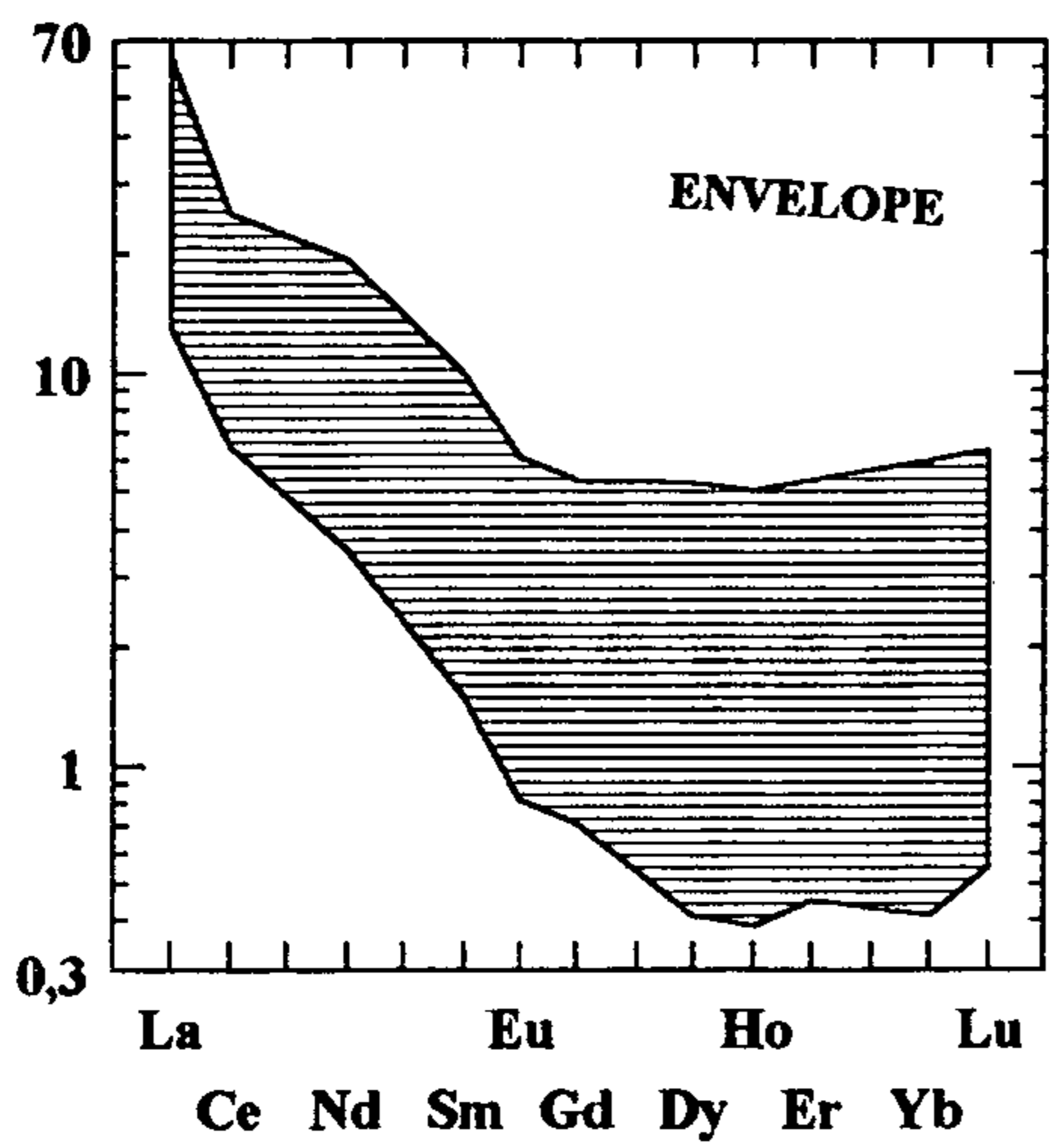
X2= MÉDIA DAS BIFs TIPO LAGO SUPERIOR, SEGUNDO JAMES, 1966;

X3= MÉDIA DAS BIFs FÁCIES ÓXIDO DA SERRA DO CARAJÁS, SEG. FARACO, 1990.

A= CDM-84A: AMOSTRA DE BIF, FÁCIES ÓXIDO DA SA. DA SERPENTINA, MG, SEG. DOSSIN ET AL, 1987.

ND= ANÁLISE NÃO DISPONÍVEL.

AMOSTRA/CONDRIITO CI



GRUPO I : AV ( 99A, 108, 145, 148)

GRUPO II : AV (109B, 109C), AN ( 04, 07)

**FIGURA 46. ARANHOGRAMAS DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS NAS FORMAÇÕES FERRÍFERAS DA UNIDADE INAJÁ (FOLHA REDENÇÃO), NORMALISADOS SEGUNDO O PADRÃO CONDRIITO CI, DE SUN & McDONOUGH (1989).**



## 6. DIABÁSIOS DO MESOZÓICO

Apenas oito espécimes de rochas, genericamente denominadas de "diabásios", foram analisadas em seus óxidos dos elementos maiores e quanto aos teores dos elementos de terras raras, estando os resultados dessas análises agrupados na tabela 10.

Em termos dos óxidos destaca-se a grande variação dos percentuais de  $\text{SiO}_2$  e  $\text{K}_2\text{O}$  relativamente aos padrões de rochas básicas, chegando como mostrado no diagrama álcalis x  $\text{SiO}_2$  da figura 47 a classificar as rochas até mesmo como traquiandesito basáltico, muito embora predomine o termo **basálto**, ou como se vê no diagrama  $\text{K}_2\text{O}$  x  $\text{SiO}_2$ , figura 48 a integrar com destaque a série dos basaltos sub-alcálicos de médio potássio, porém deslocando-se para o campo dos basaltos de alto potássio ou alcalinos. Mais característicos ainda são os altos percentuais de  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  e de  $\text{TiO}_2$ , de tal forma que essas rochas formam um agrupamento típico no campo dos **toleitos ricos em ferro**, conforme mostra o diagrama  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}^{++}\text{Ti} - \text{MgO}$ , figura 49. Por outro lado, chama-nos a atenção a correlação positiva registrada entre os óxidos de Ca e de Mg, o que na concepção de WILSON (1989), constitui feição típica de basaltos continentais e plato ou de "rift". Os percentuais dos óxidos de ferro, titânio e de fósforo nesse conjunto de rochas se assemelham aqueles dos basaltos do tipo HPT (high  $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{TiO}_2$ ) da bacia do Paraná, supondo-se dessa forma que elas tenham sofrido contaminação crustal, responsável pelos percentuais altos de  $\text{SiO}_2$  presentes em algumas amostras da população em análise.

Quanto aos elementos de terras raras verifica-se nas três amostras analisadas feições típicas de basaltos continentais, quais sejam: a) fracionamento geral das curvas, com depleção dos ETRP; b) enriquecimento e fracionamento dos ETRL; c) anomalia pouco significativa de európio; d) anomalia praticamente desprezível de cério (não superior a 0,97).

A ambiência geotectônica dessas rochas, quando analisada a luz do diagrama  $10 \text{MnO} - \text{TiO}_2 - 10\text{P}_2\text{O}_5$ , figura 52, mostra-se muito semelhante a aquela dos basaltos de ilhas oceânicas (OIB), ou sejam onde se desenvolvem os **basaltos do tipo E-MORB (enriquecidos)**. Entretanto, a sua posição continental é inquestionável, não somente pelo seu modo de ocorrência como também por todas as suas características químicas, com destaque especial para os percentuais de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e, também pelos valores de "Mgvalue", todos inferiores a 0,7.

**TABELA 10. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DE DIABÁSIOS MESOZÓICOS DA FOLHA REDENÇÃO**

	AN-39	AV-187	AN-83A	AN-47	AV-31C	AN-76	AV-03	AV-24B
	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	42,90	48,30	49,30	49,60	49,60	50,30	53,00	54,50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,20	14,20	12,30	12,80	16,10	13,70	16,50	13,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,30	7,10	3,90	4,60	4,80	4,40	3,20	7,20
FeO	8,80	8,10	8,00	8,60	9,20	9,10	9,00	5,50
MnO	0,14	0,17	0,15	0,15	0,17	0,21	0,15	0,14
MgO	8,30	5,60	6,70	5,40	5,00	6,60	3,00	2,70
CaO	12,10	6,50	10,10	8,10	7,30	9,40	6,60	4,90
Na <sub>2</sub> O	1,80	3,00	2,00	2,30	3,50	1,50	3,80	3,20
K <sub>2</sub> O	0,36	1,40	0,73	0,84	0,97	0,73	1,70	2,40
TiO <sub>2</sub>	2,90	0,21	2,90	3,50	1,70	1,20	1,90	2,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,59	0,57	0,04	1,30	0,46	0,48	0,48	1,00
H <sub>2</sub> O+	0,00	0,39	0,00	0,00	0,30	0,00	0,30	0,30
PF	1,50	2,60	2,50	2,40	0,96	2,10	0,20	2,40
TOTAL	99,89	98,14	98,62	99,59	100,06	99,72	99,83	99,64
MgValue	0,34	0,35	0,39	0,33	0,30	0,36	0,21	0,28
MgO/FeO	0,94	0,69	0,84	0,63	0,54	0,73	0,33	0,49
CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,92	0,46	0,82	0,63	0,45	0,69	0,40	0,37
FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,21	1,14	2,05	1,87	1,92	2,07	2,81	0,76
Ti	17386	1259	17386	20983	10192	7194	11391	13189
Cr	150	70	150	100	-	150	30	20
Sr	150	500	500	300	-	100	500	1000
Y	10	30	20	20	-	20	30	20
Zr	20	50	50	70	-	30	70	50
Ti/Zr	869	25	348	300	-	240	163	264
Zr/Y	2	2	3	4	-	2	2	3
La	-	27,48	-	-	22,18	-	30,51	-
Ce	-	60,69	-	-	50,47	-	69,46	-
Nd	-	33,63	-	-	29,78	-	37,55	-
Sm	-	7,15	-	-	5,97	-	7,39	-
Eu	-	1,80	-	-	1,61	-	1,77	-
Gd	-	6,15	-	-	5,11	-	6,01	-
Dy	-	6,05	-	-	5,57	-	6,42	-
Ho	-	1,19	-	-	1,06	-	1,23	-
Er	-	3,11	-	-	2,60	-	1,31	-
Yb	-	2,41	-	-	2,03	-	2,59	-
Lu	-	0,31	-	-	0,25	-	0,34	-
Eu/Eu*		0,81			0,87		0,79	
Ce/Ce*		0,97			0,97		0,99	
Gd/Yb		2,06			2,03		1,88	
La/Sm		2,42			2,34		2,60	
La/Yb		7,70			7,37		7,95	
SUMETR		149,97			126,63		164,58	

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA : AUGITA GABRO (4,5,7);

GABRO NORITO: (3); HORNBLENDA - AUGITA GABRO: (1);

AUGITA DIABÁSIO FORTEMENTE HIDROTERMALIZADO:(6);

S/ ANÁLISE:(2,8).

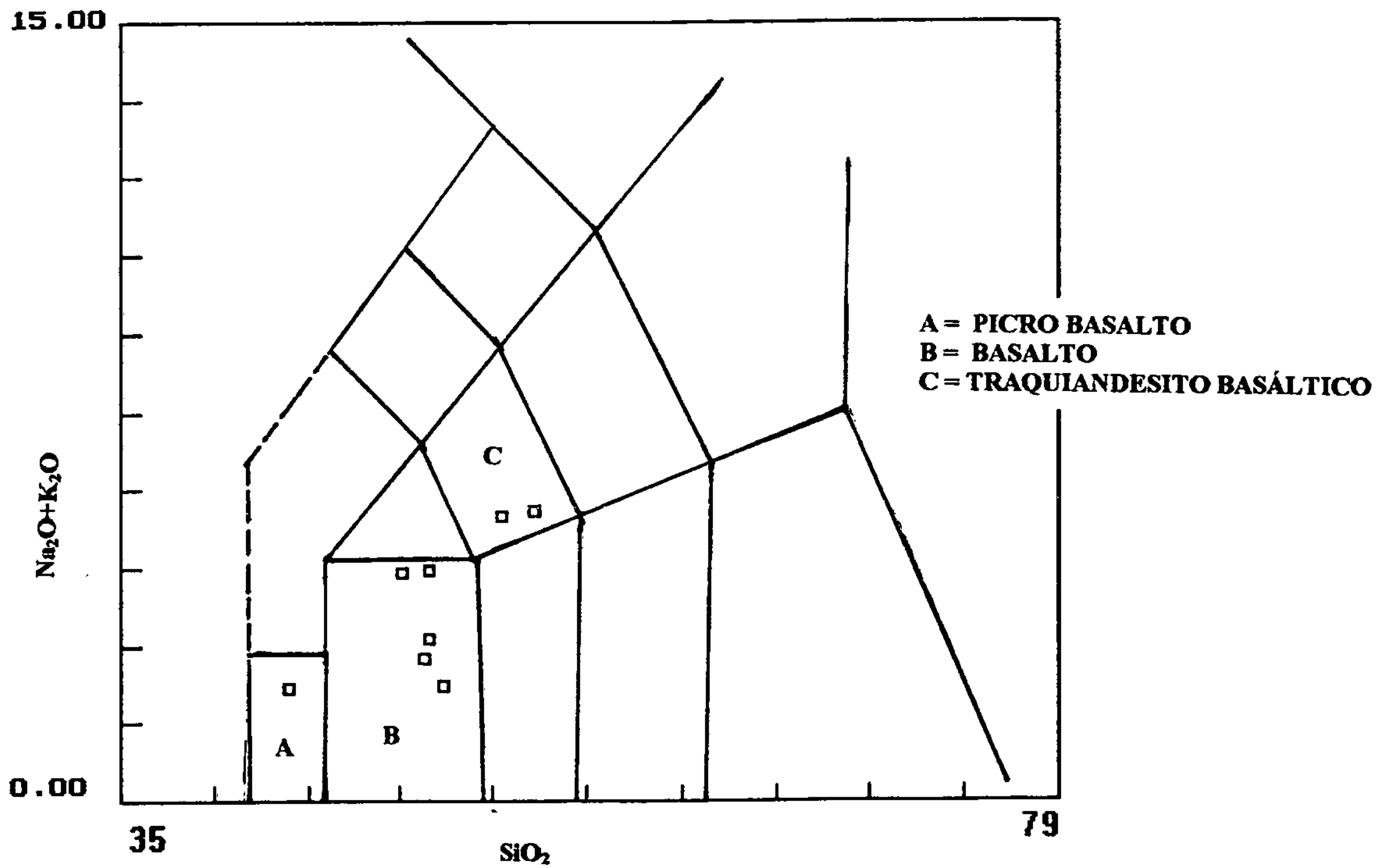


FIGURA 47. DIAGRAMA  $\text{SiO}_2$  VERSUS  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  CLASSIFICATÓRIO DE ROCHAS BÁSICAS, MODIFICADO DE Le MAITRE (1989), APLICADO AOS DIABÁSIOS MESOZÓICOS, DA FOLHA REDENÇÃO

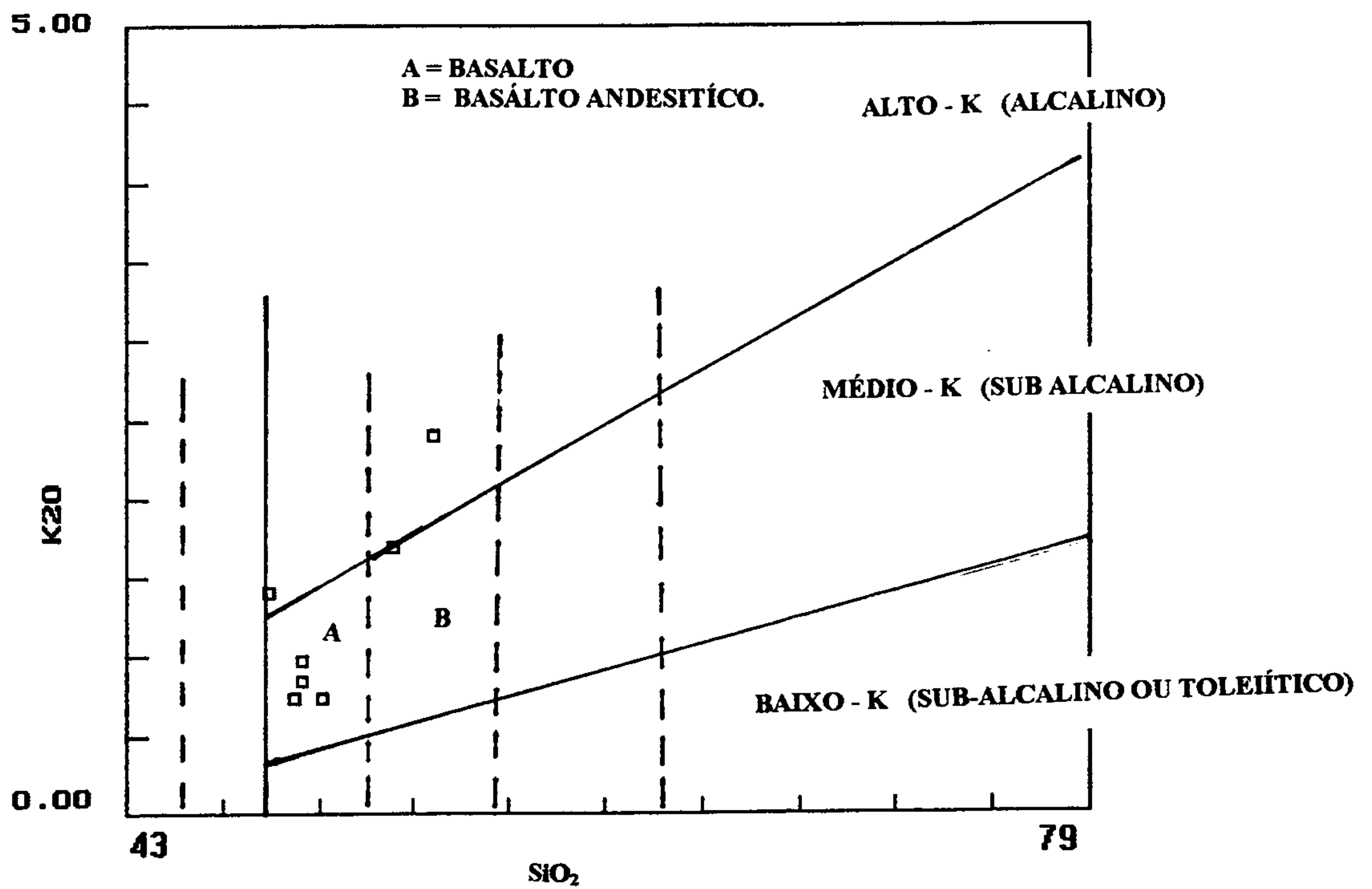


FIGURA 48. DIAGRAMA  $\text{K}_2\text{O}$  VERSUS  $\text{SiO}_2$ , CLASSIFICATÓRIO DE SÉRIES VULCÂNICAS, MODIFICADO DE Le MAITRE (1989). APLICADO AOS DIABÁSIOS DO MESOZÓICO, DA FOLHA REDENÇÃO.

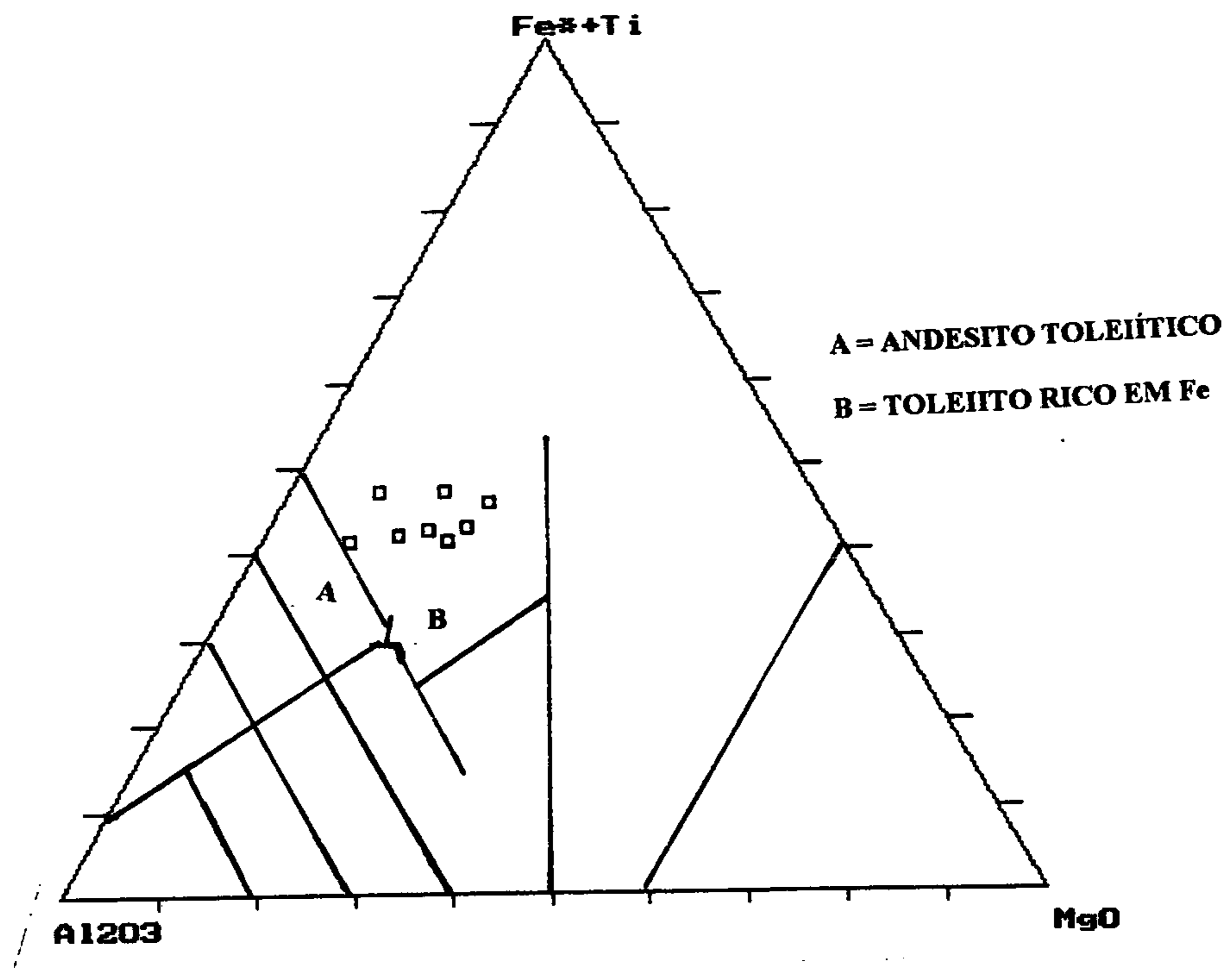


FIGURA 49. DIAGRAMA  $Al_2O_3 - FeO+TiO_2 - MgO$  CLASSIFICATÓRIO DAS SÉRIES MAGMÁTICAS, MODIFICADO DE JENSEN (1976). APLICADO AOS DIABÁSOS MESOZÓICOS, DA FOLHA REDENÇÃO

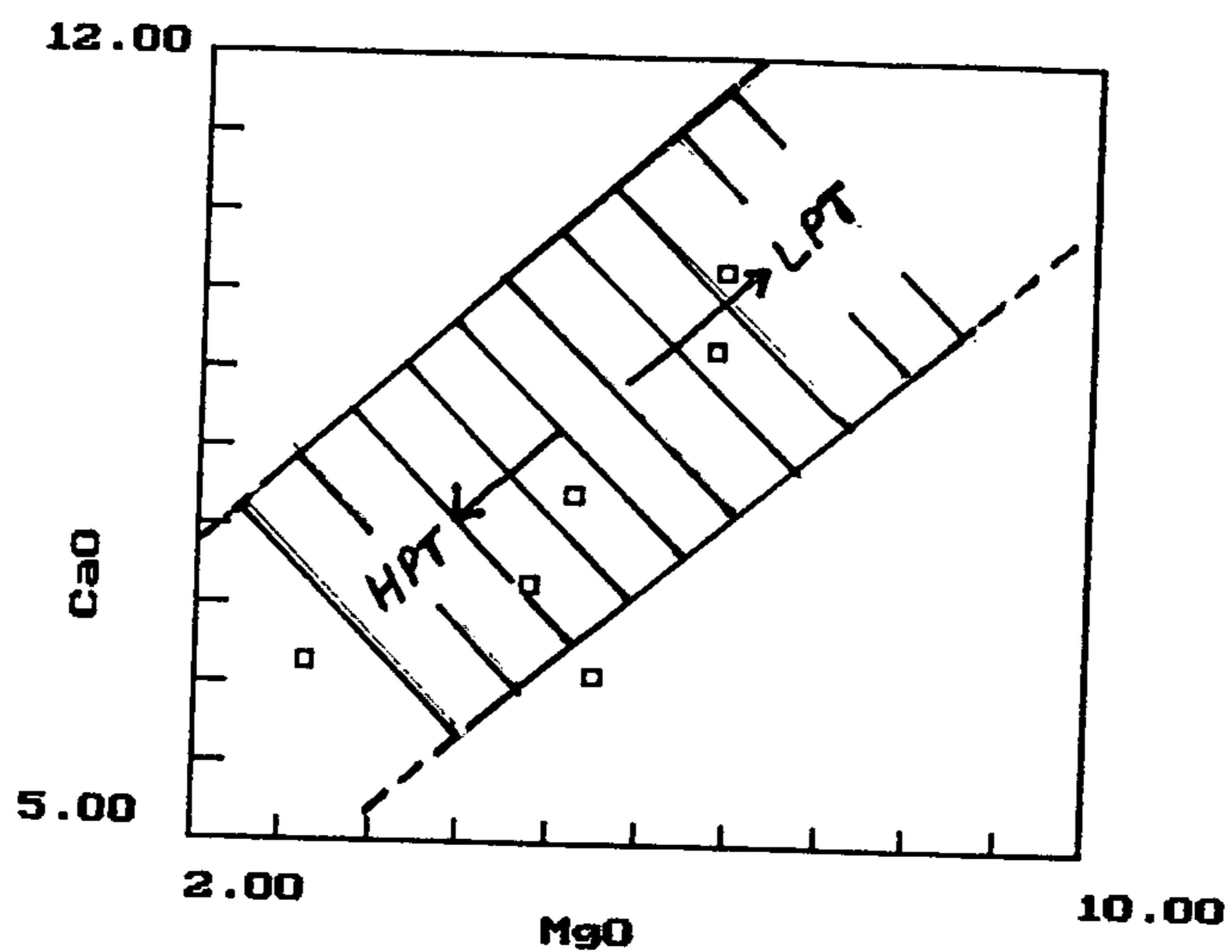


FIGURA 50. DIAGRAMA  $CaO$  VERSUS  $MgO$  MOSTRANDO AS CORRELAÇÕES POSITIVAS ENTRE ESSES ELEMENTOS, MUITO COMUM NOS BASALTOS CONTINENTAIS, CONFORME SE VÊ O CAMPO ACHURRIADO CORRESPONDENTE AOS BASALTOS DE PLATO DA BACIA DO PARANÁ, SEGUNDO WILSON (1989). APLICADO AOS DIABÁSIS DO MESOZÓICO, DA FOLHA REDENÇÃO.

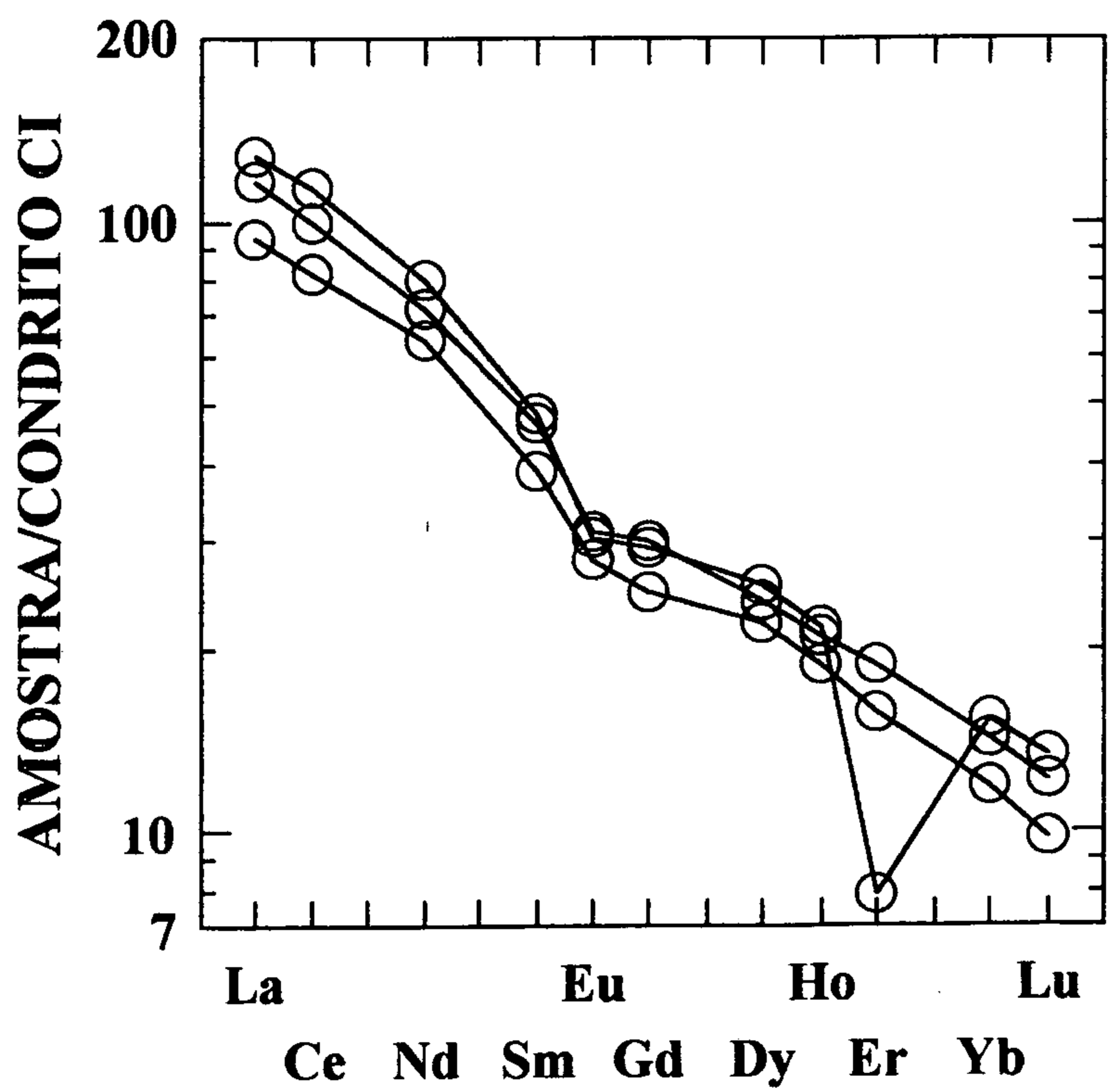
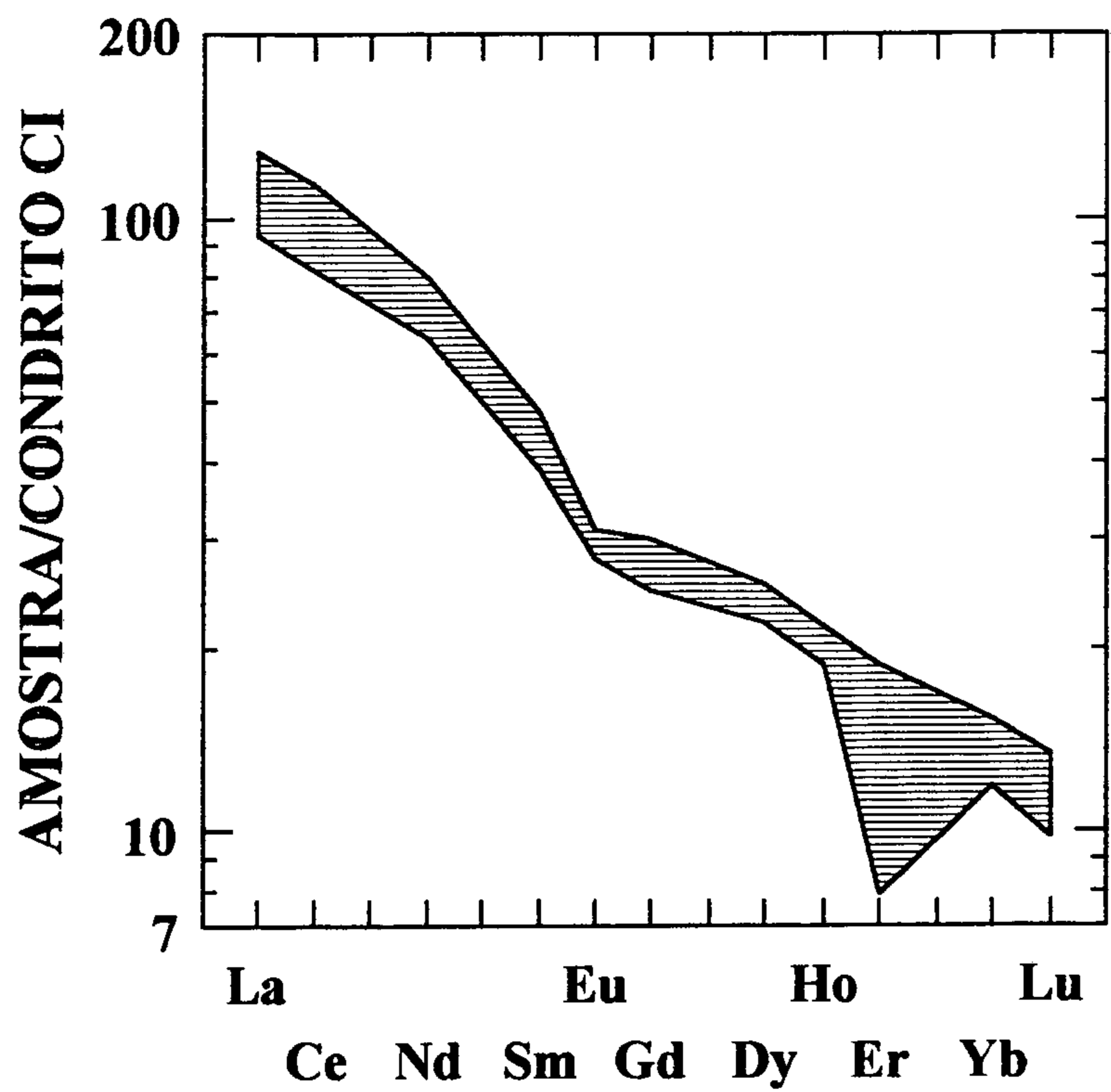


FIGURA 51. ARANHOGRAMA DOS ELEMENTOS DE TERRAS RARAS ANALISADOS NOS DIABÁSIOS MESO-ZÓICO DA FOLHA REDENÇÃO, NORMALIZADOS SEGUNDO O PADRÃO CONDRIITO CI DE SUN & McDONOUGH, 1989).

## 7. ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU

Conforme se verifica na tabela 11 os dados químicos, sobretudo os percentuais em peso dos óxido dos elementos maiores e os teores de alguns poucos elementos-traço em que se embasaram os estudos litogeoquímicos das rochas dessa unidade, são provenientes de apenas sete amostras, onde cinco são de natureza ultramáfica e apenas duas foram classificadas como máficas.

Nas rochas ultramáficas é notória a homogeneidade dos baixos percentuais dos óxidos  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ , álcalis e  $\text{TiO}_2$ . Ao contrário, os altos percentuais de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  superam aqueles de  $\text{FeO}$ , denotando um elevado grau de oxidação/ alteração desses espécimes com geração provável de serpentina. Esta relação acha-se invertida apenas na amostra AN-50D. Nas duas amostras de natureza máfica as relações entre os óxidos ferroso e férrico são invertidas, ou seja são superiores a um, denotando maior participação de  $\text{FeO}$  em suas composições, mesmo em relação ao  $\text{MgO}$ , já que as razões  $\text{MgO/FeO}$  são inferiores a 1. A participação de  $\text{K}_2\text{O}$  é também significativa, com valores superiores a 0,5%. Merece destaque nesses espécimes os altos percentuais de  $\text{TiO}_2$ , superiores a 1.

Com base nas relações dos óxidos dos elementos ferromagnesianos e do alumínio, conforme mostradas no diagrama triangular da figura 53, essas rochas, do ponto de vista químico-mineralógico, são classificadas como picritos komatiíticos (ultramáficas) e como toleito rico em ferro. Na verdade, as relações  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO} - \text{CaO}$  mostradas na figura 54, além de indicarem o forte enriquecimento em magnésio das rochas ultrmáficas, indica também que os espécimes máficos tendem a assumir um caráter quase cálcio alcalino, onde as razões  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{CaO}$  são maiores do que 1. Apesar dos altos percentuais de  $\text{TiO}_2$  e de  $\text{P}_2\text{O}_5$  os parâmetros químicos dessas rochas, tanto a nível da participação dos elementos maiores quanto daqueles elementos-traço, permanecem dentro dos padrões de basaltos do tipo "greenstone belt".

Os teores dos elementos-traço (Cr, Ni, V e Zr) apenas confirmam a natureza ultramáfica e máfica desses espécimes, valendo ressaltar a nítida correlação positiva que se constata entre os percentuais de  $\text{FeO}$  Ti e V.

A pesquisa quanto ao ambiente geotectônico dessas rochas com base no diagrama triangular  $\text{MnO} - \text{TiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$ , figura 55, revelou ambiência similar àquela dos basaltos cálcio alcalinos (CAB), com uma tendência para ambiente de basalto de ilha oceânica (OIB), fato coerente e similar à conclusão a que se chegou no caso das rochas vulcânicas da Unidade Inajá.

As expectativas quanto ao provável potencial metalogenético ficam um pouco prejudicadas devido a falta de maiores dados químicos, sobretudo de elementos-traço. Em princípio, apenas pela analogia química e os registros de altrações hidrotermais que se constata entre as rochas da presente unidade e aquelas da Unidade Inajá, pode-se atribuir os mesmos prejuídes, ou sejam: Au, Cu, PGE, Ni e Cr.

**TABELA 11. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU, FOLHA REDENÇÃO**

	AN-24 1	AN-99 2	AN-59B 3	AN-50D 4	AN-100 5	AN-83A 6	AN-76 7
SiO <sub>2</sub>	38,20	38,30	38,60	38,90	38,90	49,30	50,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,94	0,47	0,94	0,94	0,71	12,30	13,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,30	7,80	8,60	2,50	7,30	3,90	4,40
FeO	0,91	0,37	0,23	5,30	0,33	8,00	9,10
MnO	0,06	0,09	0,05	0,09	0,04	0,15	0,21
CaO	0,35	0,05	0,07	0,17	0,05	10,10	9,40
MgO	37,10	37,30	37,40	37,40	37,10	6,70	6,60
Na <sub>2</sub> O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	2,00	1,50
K <sub>2</sub> O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,73	0,73
TiO <sub>2</sub>	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	2,90	1,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,04	0,39	0,15	0,03	1,04	0,48
H <sub>2</sub> O+	1,00	2,20	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
PF	14,90	15,20	13,90	14,20	14,90	2,50	2,10
<b>TOTAL</b>	<b>100,93</b>	<b>101,97</b>	<b>100,33</b>	<b>99,80</b>	<b>101,01</b>	<b>99,62</b>	<b>99,72</b>
CaO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,37	0,11	0,07	0,18	0,07	0,82	0,69
FeO/Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	0,05	0,03	2,12	0,05	2,05	2,07
MgO/FeO	40,77	100,81	162,61	7,06	112,42	0,84	0,73
Ti	300	300	300	300	300	17386	7194
Cr	2000	3000	2000	3000	2000	150	150
Ni	1500	5000	1500	700	5000	70	70
V	10	10	10	10	10	100	100
Co	100	50	70	70	30	50	50
Zr	10	10	10	10	10	50	30
Sr	100	100	100	100	100	500	100

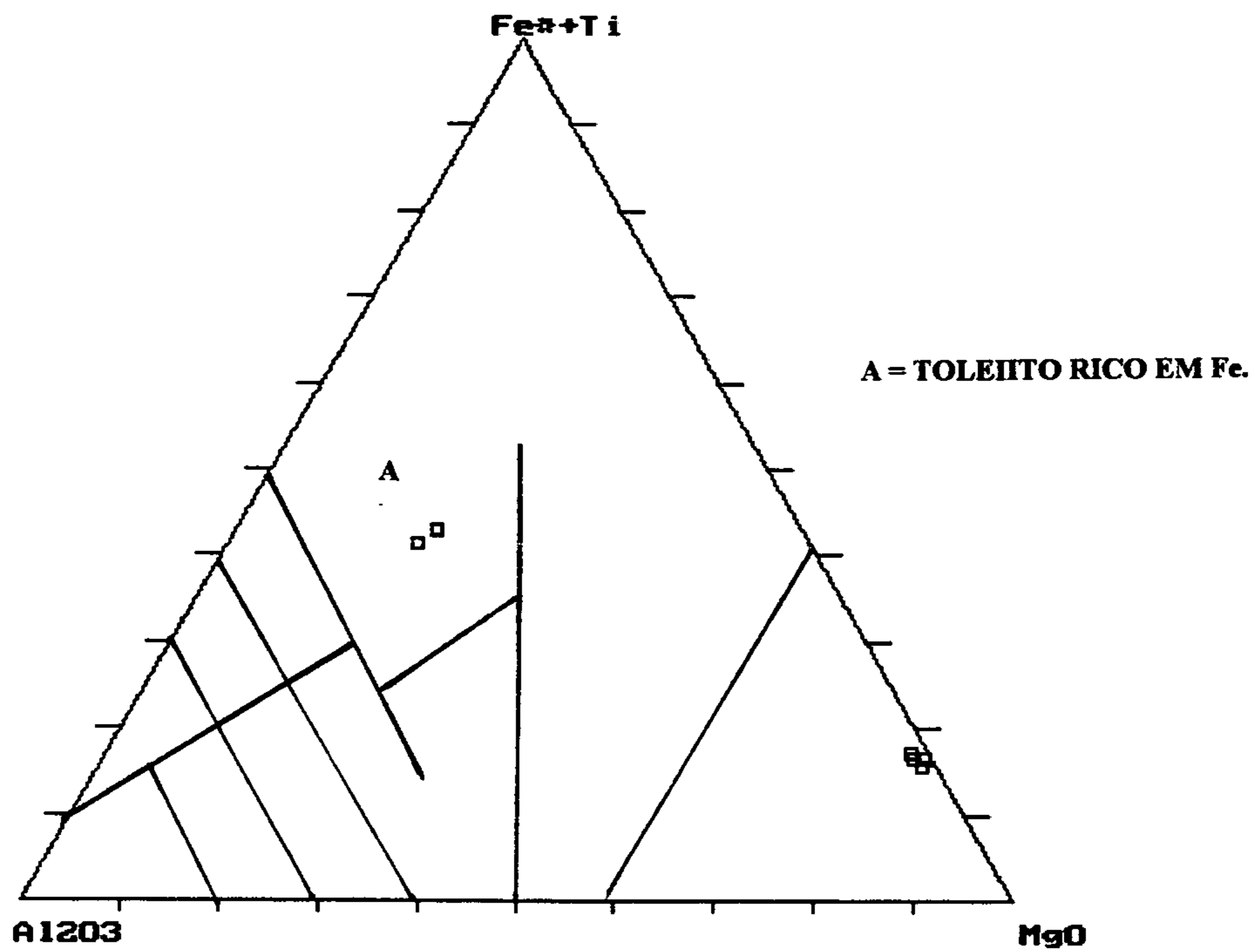


FIGURA 53. DIAGRAMA  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{FeO} + \text{TiO}_2$  -  $\text{MgO}$  CLASSIFICATÓRIO DAS SÉRIES MAGMÁTICAS VULCÂNICAS, MODIFICADO DE JENSEN (1976). APLICADO ÀS ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU, FOLHA REDENÇÃO.

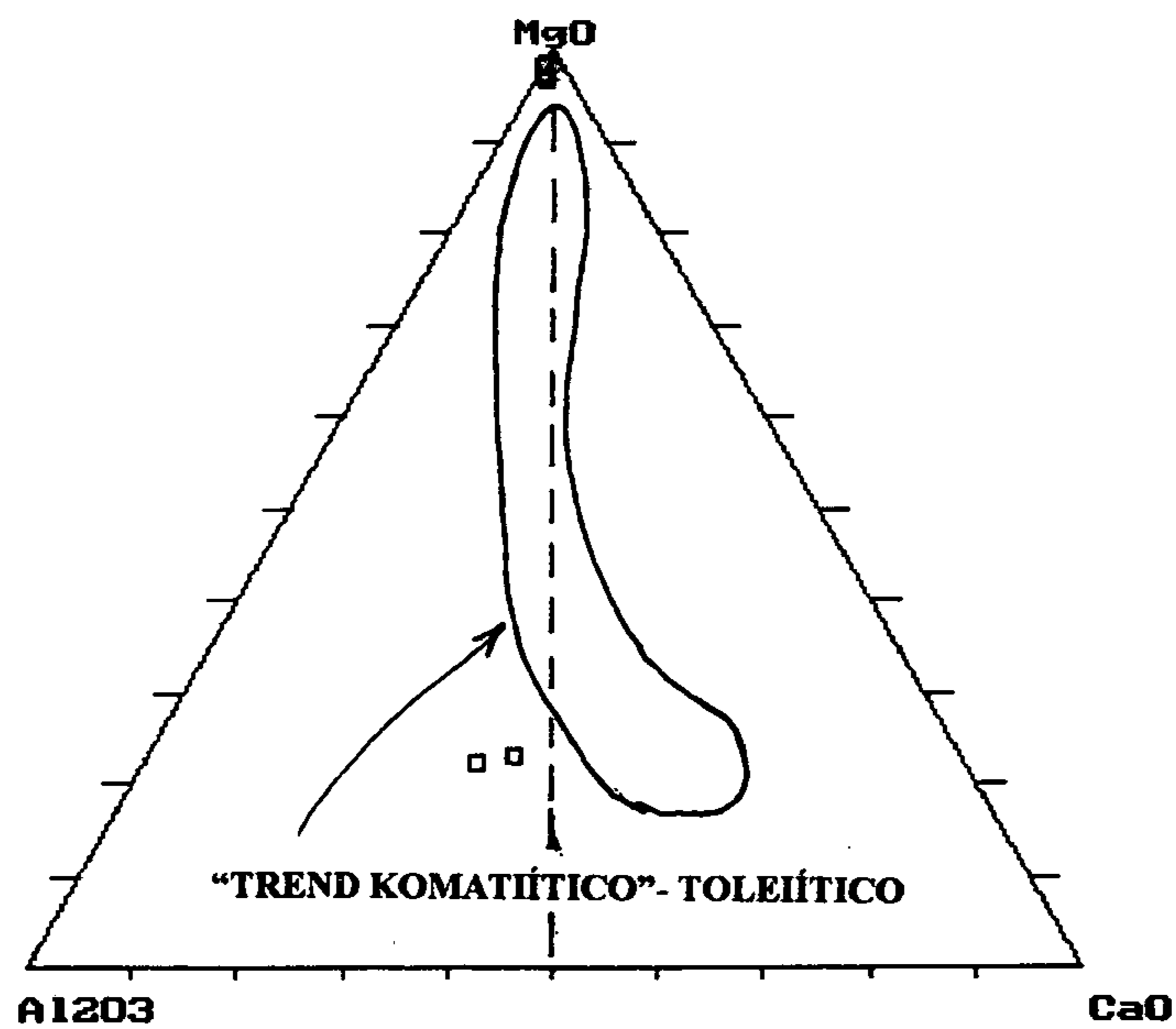


FIGURA 54. DIAGRAMA  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -  $\text{MgO}$  -  $\text{CaO}$  SEGUNDO VILJOEN & VILJOEN (1969). APLICADO ÀS ROCHAS MÁFICAS E ULTRAMÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU, FOLHA REDENÇÃO,



## 8. CONCLUSÕES

### 8. 1. TONALITO ARCO VERDE

• Rochas sódicas, metaluminosas a levemente aluminosas, classificadas como tonalitos, trondhjemitos, chegando ainda a granodioritos e granitos predominantemente mesocráticos;

• Equivalem às rochas da associação TTG do Arqueano, comparadas também às rochas da série "high-Ca granites" ou ainda aos granitoides do tipo T<sub>IA</sub>, ou seja tonalitos de arco de ilha;

• Ter-se-iam formado em ambiente compressivo semelhante aos atuais ambientes de subducção com formação de arco magmático imaturo.

### 8. 2. GRANODIORITO RIO MARIA

• Nesta unidade as rochas são classificadas, do ponto de vista químico, em quartzodioritos, monzodioritos e tonalitos;

• São rochas de natureza cálcioalcalinas, metaluminosas e mesocráticas;

• O conjunto dos espécimes integrantes dessa unidade possui padrões químicos que permite enquadrá-lo na série quartzodiorito-granodiorito de médio potássio - MKS e também nos padrões da associação TTG arqueana. Equivalem ainda aos granodioritos de origem mista (manto+crosta) do tipo HCA - cálcioalcalino pobre em K e ricos em Ca;

• Essas rochas foram formadas em ambientes compressivos do tipo margem continental convergente de maturidade moderada a baixa.

### 8. 3. GRANITO XINGUARA

• Predominam aqui granitoides pobres em Ca, do tipo granito e adamelito leucocráticos, peraluminosos, alguns com riqueza em moscovita, englobando, ainda que subordinadamente, tipos metaluminosos;

• Pertencem à série de rochas cálcioalcalinas, com variação a alcalina, com forte grau de diferenciação. Trata-se de granitoides do tipo HHP - "high heat production granites", ricos em HFSE, especialmente Zr;

• Os padrões químicos dessa unidade permite enquadrar os espécimes que lhe integram nos granitoides do tipo III, ou seja granitoides pos-colisionais;

• Do ponto de vista metalogenético as rochas dessa unidade interessariam pelas expectativas em mineralizações de Sn-W ou U.

### 8. 4. SIENOGANITO REDENÇÃO

• Quimicamente, as rochas aqui consideradas são classificadas como adamelitos ou "low-Ca-granites", essencialmente metaluminosas, leucocráticas, alcalinas com alto grau de diferenciação;

• São formadas em fase tardi-tectônica, ou em ambiente distensivo do tipo "rift" intracratônico;

• Do ponto de vista metalogenético as rochas dessa unidade guardam potencial para mineralizações de Sn, W, Nb e Ta.

### 8. 5. ROCHAS SUPRACRUSTAIS DO GRUPO INAJÁ

#### 8. 5. 1. ROCHAS METAULTRAMÁFICAS

• São classificadas como komatiitos e komatiitos peridotíticos, do tipo não depletado em Al, semelhante àqueles do tipo Munro, do Canadá;

• Alguns espécimes estão fortemente afetados pelos processos de alteração hidrotermal;

• Essas rochas ter-se-iam formado em ambiente semelhante aos de arco e ilha, da mesma forma como os basaltos cálcioalcalinos (CAB), sendo coerente com os basaltos de "greenstone belts";

• Suas características químicas indicam potencial metalogenético para mineralizações de: Cu, Ni, Cr, Au e PGE.

### **8. 5. 2. ROCHAS METAMÁFICAS**

- Correspondem a toleitos de baixo potássio, evoluindo a basaltos andesíticos de médio potássio;
- Pelo notório enriquecimento em ETRL pode ser comparado de cert forma aos basaltos do tipo TH2, ou seja basaltos enriquecidos em elementos não compatíveis, formados em ambiente semelhante aos de arco de ilha, sendo sua ocorrência comumente associada a terrenos do tipo "greenstone belt";
- As expectativas metalogenéticas das rochas dessa unidade são para mineralizações de Au, Cu, e PGE.

### **8. 5. 3. FORMAÇÕES FERRÍFERAS**

São rochas do tipo Lago Superior, da fácies óxido e de idade proterozóica, contendo sedimentos clásticos associados;

- Assemelham-se as "bifs" da Suite Vila Nova do Amapá e àqueles da serra da Serpentina, em Minas Gerais.

### **8. 6. DIABÁSIOS DO MESOZÓICO**

•Rochas que variam entre os tipos basalto e traquiandesito basáltico, sub-alcálico de médio potássio e ricos em ferro, portanto bem diferenciados, assemelhando-se aos basaltos do tipo HPT ("high-phosphorus-titanium") da bacia do Paraná;

- Trata-se de basaltos formados em ambiente continental, com contaminação crustal e guardando semelhança química com os basaltos de ilha oceânica (OIB) ou com os E-MORB, ou seja, basaltos ricos em elementos não compatíveis.

### **8. 7. ROCHAS METAULTRAMÁFICAS E METAMÁFICAS DA UNIDADE GUATIPURU.**

•Do ponto de vista químico equivalem respectivamente a picritos komatiíticos e a toleitos ricos em ferro que guardam os mesmos padrões químicos dos basaltos de "greenstone belts";

- São formadas em ambiente semelhante aos de arco de ilha, onde também ocorrem basaltos cálcioalcalinos (CAB);
- Suas expectativas metalogenéticas são para mineralizações de: Au, Cu, PGE, Ni e Cr.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ARNDT, N.T. ET AL - *Komatiitic and iron-rich tholeiitic lavas of Munro Township, Northeast Ontario*. J. Petrol. 18, 319-369. 1977.
- BARBARIN, B. - *Granitoids: mains petrogenetic classification in relation to origin and tectonic setting*. GEOLOGICAL JOURNAL, vol. 25, 227-238. 1990.
- BARKER, F. - *Trondhjemite, definition, environment and hypotheses of origin*. IN.: *Trondhjemite, dacites and related rocks*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1979. p. 1-11.
- BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. - *Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters*. Chemical Geology., v. 43, p. 43-55. 1985.
- BOUSSELY, A.m. & EL SOKKARY, A.A.- *The relation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks*. Chemical Geology, 16, 207-219. 1975.
- BROWN, G.C.- *Calc-alkaline intrusive rocks. Their diversity, evolution and relation to volcanic arcs*. IN.: *Andesites*. Ed. R.S. Thorpe, 1982.
- COLLERSON, K.D. & BRIDGWATER, D. - *Metamorphic development of Archean tonalitic and trondhjemitic gneisses: Saglek sea, Labrador*. IN.: *Trondhjemites, dacites and related rocks*. Amsterdam Elsevier Scientific Publishing Company, 1979. p. 205-265.
- CONDIE, K.C. - *Plate tectonics and crustal evolution*. New York, Pergamon Press, 1976, 288p.
- CONDIE, K.C. - *Archean greenstone belts*. Amsterdam, Elsevier. (Development in Precambrian Geology, 3). 1981. 434p.
- CONDIE, K.C. - *Geochemical characteristics of Precambrian Basaltic Greenstones*. IN.: *Early Precambrian Basic magmatism*. R.P. Halls & D.J. Hughes. Blackie & Son Limited. Scotland. 1990. 486p.
- DEBON, F. & LE FORD, P. *A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and association*. Earth Sciences, v. 73, p. 135-149. 1983.
- DIDIER, J. & LAMEYRE, J. *Repartition géologique et signification de granites rouges*. C. R. Acad. Sci Paris, 274D 1972. p. 1135-1138.
- GLUKHOVSKIY, M.Z. & MORALEV, V.M. *Archean metabasites of the Sunnagin Dome, Aldan Shield: Petrochemistry and Origin*. International Geology Review, 35 n. 8, p. 739-757. 1993.
- HANSON, G. N. *The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition*. Earth Planet. Sci. Lett., 38, p. 26-43. 1978.
- JENSEN, L.S. *A new cation plot for classifying subalkaline volcanic rocks*. Ont. Div. Mines Misc. Pap. 66, 22pp. 1976.
- Le MAITRE, R.W. *The Chemical variability of some common igneous rocks*. Journal of Petrology, v. 17 p. 589-637. 1976
- MARTIN, H. *The mechanisms of petrogenesis of the Archean continental crust - Comparison with modern processes*. Lithos. 30 p. 373-388. 1993.

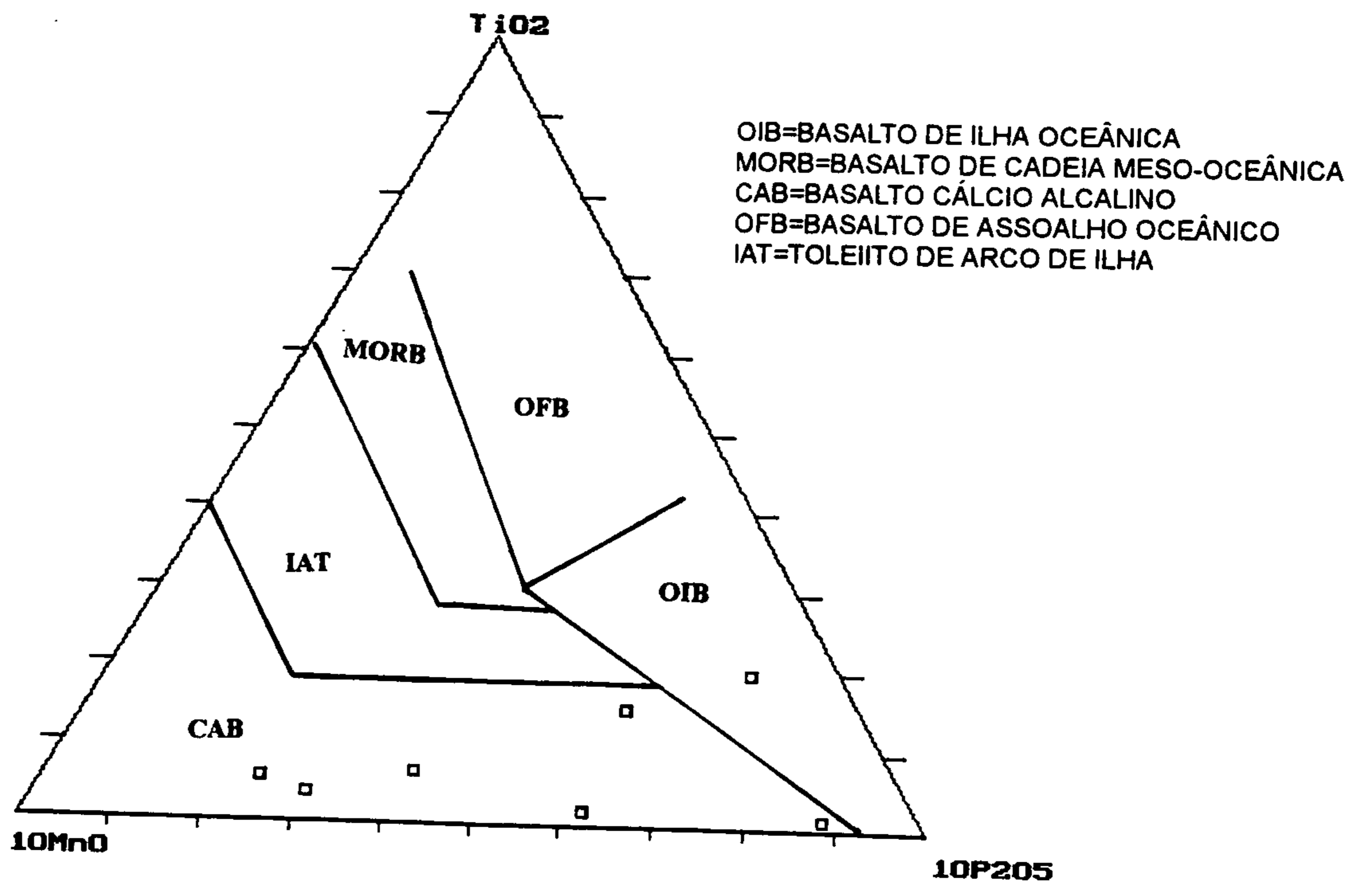
MIYASHIRO, A. *Volcanic rock series in island arcs and active continental margins.* Am. J. Sci., 274, p. 321-355. 1974.

PECCERILLO, A. & TAYLOR, S. R. *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey.* Contrib. Mineral. Petrol. 58, p. 63-81. 1976.

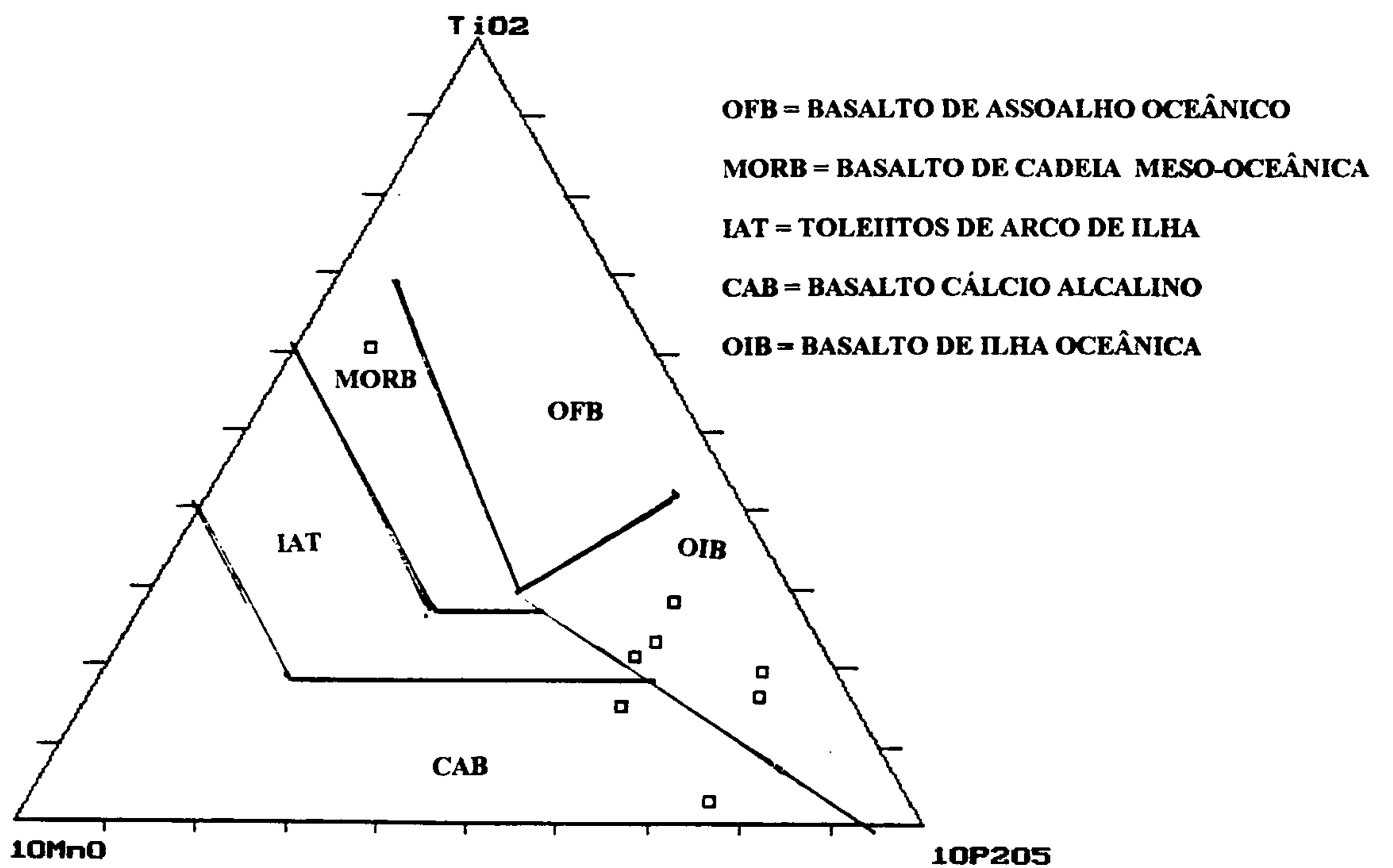
ROGERS, J. J. W. & GREENBERG, J. K. *Trace elements in continental-margin magmatism: Part III. Alkali granites and their relationship to cratonization:* Geol. Soc. Am. Bull., Part I, 92 (1): 6-9. 1981

SANTOS, J.O.S. dos - *Classificação das rochas vulcânicas Uatumã.* Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro, v. 9; p. 4526-4538. 1984.

TAYLOR, S. R. & McLENNAN, S.M. *The Continental Crust: Its composition and evolution.* Blackwell Scientific Publications, Canberra, Australia. 1985, 312p.



**FIGURA 55. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993). APLICADO ÀS ROCHAS MÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU, NA FOLHA REDENÇÃO.**



**FIGURA 52. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993), CLASSIFICATÓRIO DE AMBIENTES GEOTECTÔNICOS DE ROCHAS VULCÂNICAS. APLICADO AOS DIABÁSIOS MESOZÓICOS, NA FOLHA REDENÇÃO.**

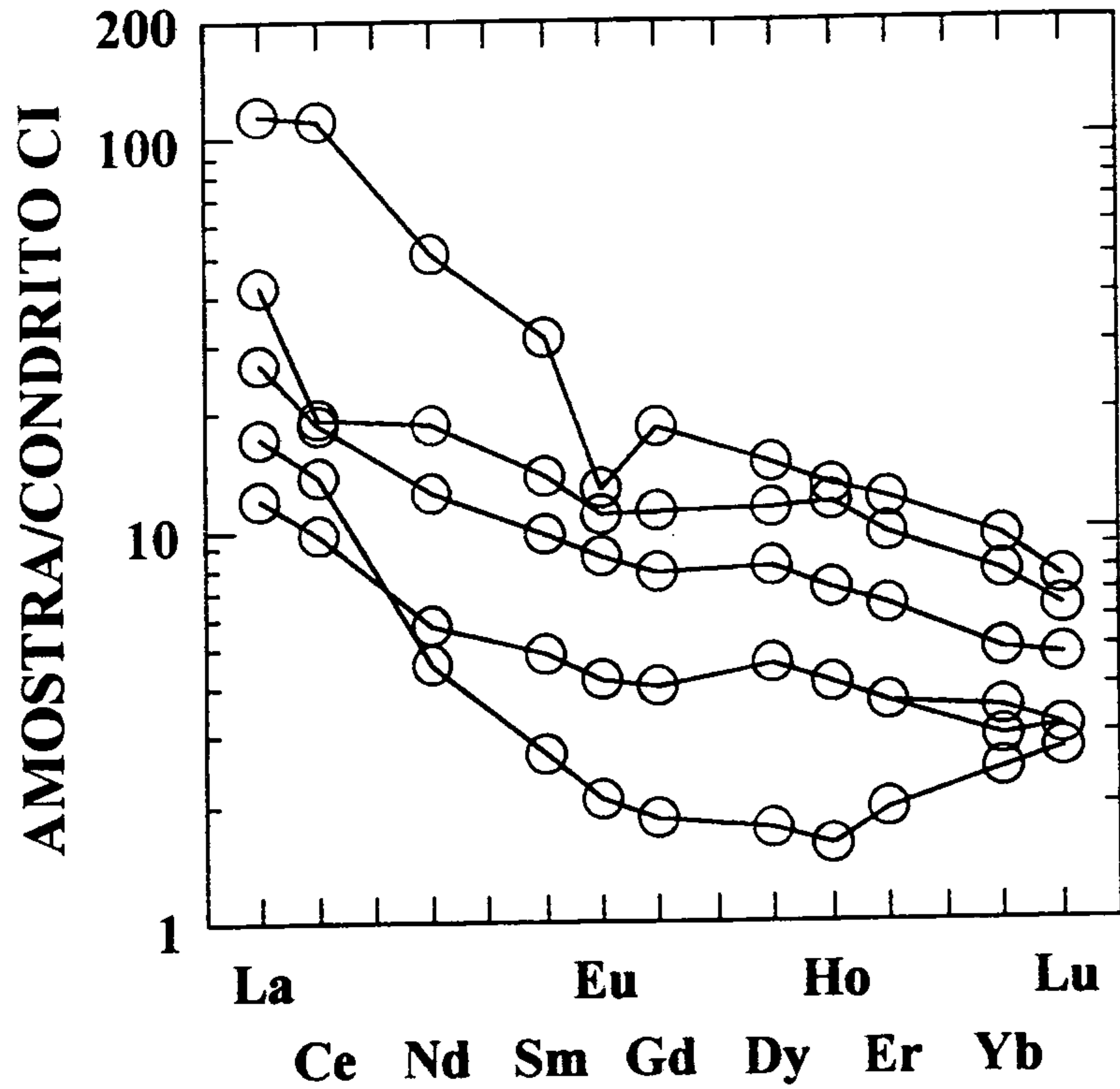


FIGURA 40. ARANHOGRAMA DOS ETR NOS KOMATIITOS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO, NORMALIZADOS SEGUNDO O PADRÃO CONDRIITO CI, DE SUN & McDONOUGH (1989).

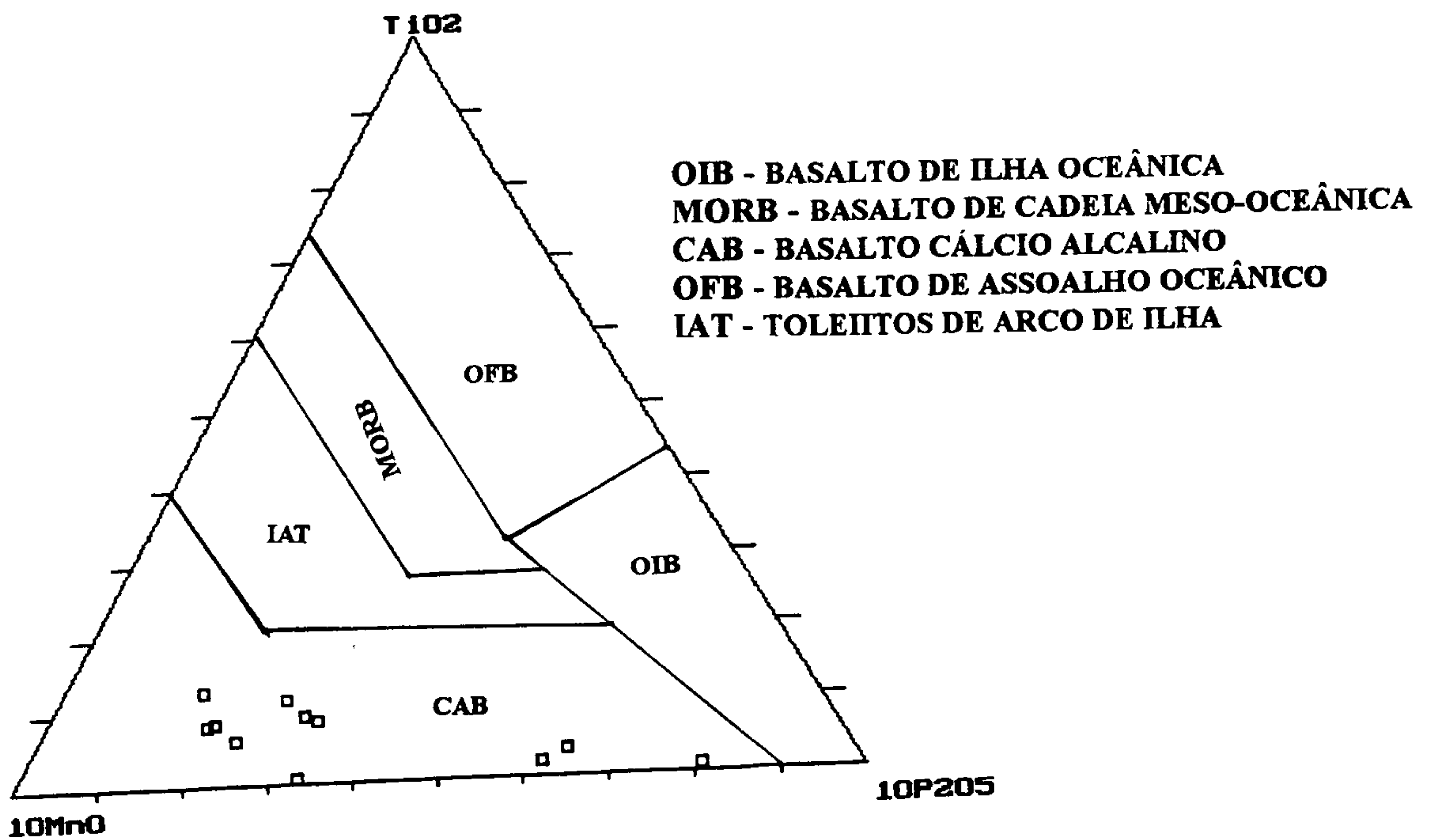
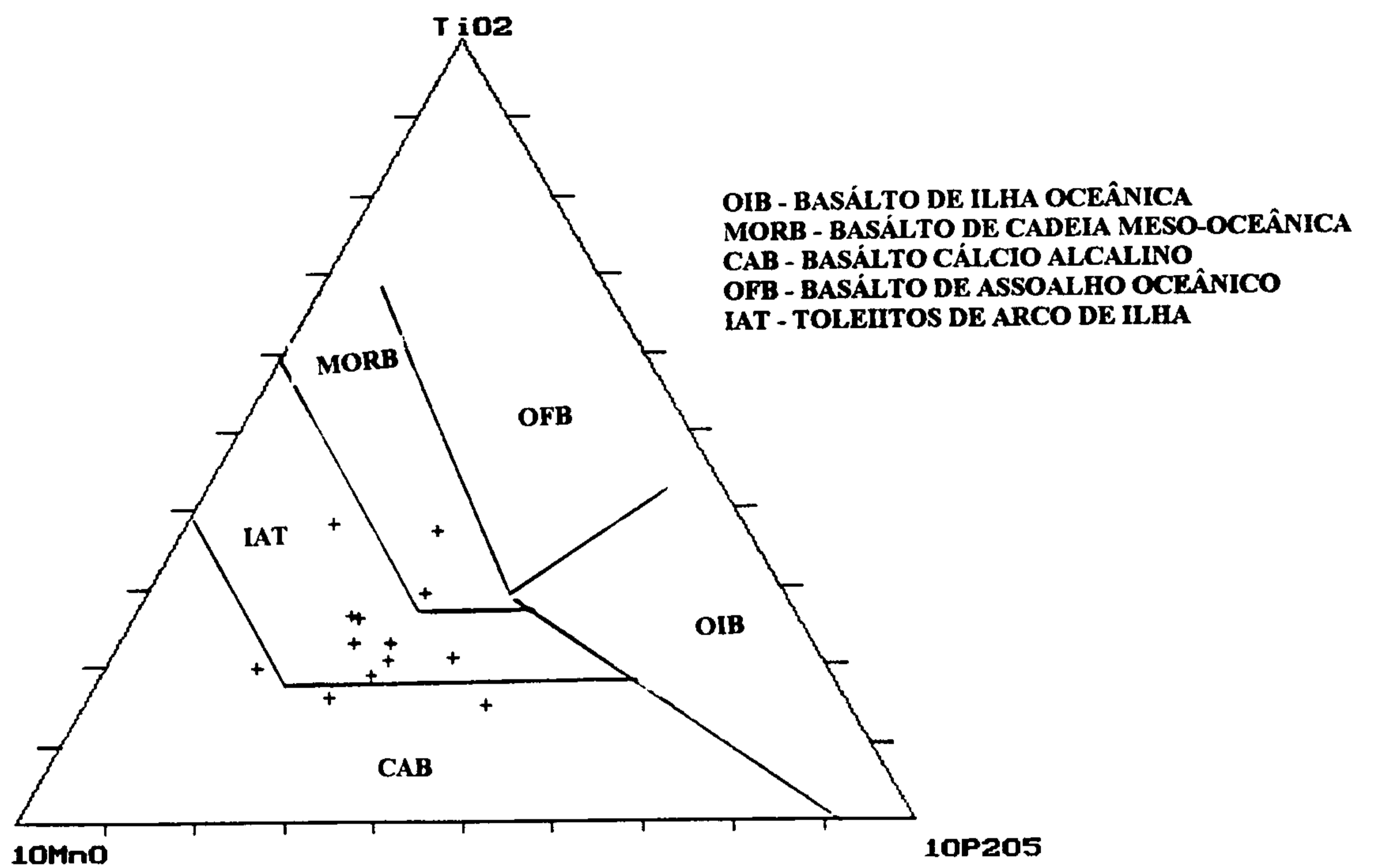


FIGURA 41. DIAGRAMA  $10MnO - P_2O_5 - TiO_2$ , SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993), CLASSIFICATÓRIO DE AMBIENTES GEOTECTÔNICOS DE ROCHAS VULCÂNICAS. APLICADO ÀS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 45. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993).  
 APLICADO ÀS ROCHAS METAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.**



## **8. CONCLUSÕES**

### **8. 1. TONALITO ARCO VERDE**

- Rochas sódicas, metaluminosas a levemente aluminosas, classificadas como tonalitos, trondhjemitos, chegando ainda a granodioritos e granitos predominantemente mesocráticos;
- Equivalem às rochas da associação TTG do Arqueano, comparadas também às rochas da série "high-Ca granites" ou ainda aos granitoides do tipo T<sub>IA</sub>, ou seja tonalitos de arco de ilha;
- Ter-se-iam formado em ambiente compressivo semelhante aos atuais ambientes de subducção com formação de arco magmático imaturo.

### **8. 2. GRANODIORITO RIO MARIA**

- Nesta unidade as rochas são classificadas, do ponto de vista químico, em quartzodioritos, monzodioritos e tonalitos;
- São rochas de natureza cálcioalcalinas, metaluminosas e mesocráticas;
- O conjunto dos espécimes integrantes dessa unidade possui padrões químicos que permite enquadrá-lo na série quartzodiorito-granodiorito de médio potássio - MKS e também nos padrões da associação TTG arqueana. Equivalem ainda aos granodioritos de origem mista (manto+crosta) do tipo HCA - cálcioalcalino pobre em K e ricos em Ca;
- Essas rochas foram formadas em ambientes compressivos do tipo margem continental convergente de maturidade moderada a baixa.

### **8. 3. GRANITO XINGUARA**

- Predominam aqui granitoides pobres em Ca, do tipo granito e adamelito leucocráticos, peraluminosos, alguns com riqueza em moscovita, englobando, ainda que subordinadamente, tipos metaluminosos;
- Pertencem à série de rochas cálcioalcalinas, com variação a alcalina, com forte grau de diferenciação. Trata-se de granitoides do tipo HHP - "high heat production granites", ricos em HFSE, especialmente Zr;
- Os padrões químicos dessa unidade permitem enquadrar os espécimes que lhe integram nos granitoides do tipo III, ou seja granitoides pos-colisionais;
- Do ponto de vista metalogenético as rochas dessa unidade interessariam pelas expectativas em mineralizações de Sn-W ou U.

### **8. 4. SIENOGANITO REDENÇÃO**

- Quimicamente, as rochas aqui consideradas são classificadas como adamelitos ou "low-Ca-granites", essencialmente metaluminosas, leucocráticas, alcalinas com alto grau de diferenciação;
- São formadas em fase tardi-tectônica, ou em ambiente distensivo do tipo "rift" intracratônico;
- Do ponto de vista metalogenético as rochas dessa unidade guardam potencial para mineralizações de Sn, W, Nb e Ta.

### **8. 5. ROCHAS SUPRACRUSTAIS DO GRUPO INAJÁ**

#### **8. 5. 1. ROCHAS METAULTRAMÁFICAS**

- São classificadas como komatiitos e komatiitos peridotíticos, do tipo não depletado em Al, semelhante àqueles do tipo Munro, do Canadá;
- Alguns espécimes estão fortemente afetados pelos processos de alteração hidrotermal;
- Essas rochas ter-se-iam formado em ambiente semelhante aos de arco e ilha, da mesma forma como os basaltos cálcioalcalinos (CAB), sendo coerente com os basaltos de "greenstone belts";
- Suas características químicas indicam potencial metalogenético para mineralizações de: Cu, Ni, Cr, Au e PGE.

#### **8. 5. 2. ROCHAS METAMÁFICAS**

- Correspondem a toleitos de baixo potássio, evoluindo a basaltos andesíticos de médio potássio;
- Pelo notório enriquecimento em ETRL pode ser comparado de cert forma aos basaltos do tipo TH2, ou seja basaltos enriquecidos em elementos não compatíveis, formados em ambiente semelhante aos de arco de ilha, sendo sua ocorrência comumente associada a terrenos do tipo “greenstone belt”;
- As expectativas metalogenéticas das rochas dessa unidade são para mineralizações de Au, Cu, e PGE.

#### **8. 5. 3. FORMAÇÕES FERRÍFERAS**

São rochas do tipo Lago Superior, da fácies óxido e de idade proterozóica, contendo sedimentos clásticos associados;

- Assemelham-se as “bifs” da Suite Vila Nova do Amapá e àqueles da serra da Serpentina, em Minas Gerais.

#### **8. 6. DIABÁSIOS DO MESOZÓICO**

•Rochas que variam entre os tipos basalto e traquiandesito basáltico, sub-alcálico de médio potássio e ricos em ferro, portanto bem diferenciados, assemelhando-se aos basaltos do tipo HPT (“high-phosphorus-titanium”) da bacia do Paraná;

•Trata-se de basaltos formados em ambiente continental, com contaminação crustal e guardando semelhança química com os basaltos de ilha oceânica (OIB) ou com os E-MORB, ou seja, basaltos ricos em elementos não compatíveis.

#### **8. 7. ROCHAS METAULTRAMÁFICAS E METAMÁFICAS DA UNIDADE GUATIPURU.**

•Do ponto de vista químico equivalem respectivamente a picritos komatiíticos e a toleitos ricos em ferro que guardam os mesmos padrões químicos dos basaltos de “greenstone belts”;

•São formadas em ambiente semelhante aos de arco de ilha, onde também ocorrem basaltos cálcioalcalinos (CAB);

- Suas expectativas metalogenéticas são para mineralizações de: Au, Cu, PGE, Ni e Cr.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ARNDT, N.T. ET AL - *Komatiitic and iron-rich tholeiitic lavas of Munro Township, Northeast Ontario*. J. Petrol. 18, 319-369. 1977.
- BARBARIN, B. - *Granitoids: mains petrogenetic classification in relation to origin and tectonic setting*. GEOLOGICAL JOURNAL, vol. 25, 227-238. 1990.
- BARKER, F. - *Trondhjemite, definition, environment and hypotheses of origin*. IN.: *Trondhjemite, dacites and related rocks*. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1979. p. 1-11.
- BATCHELOR, R.A. & BOWDEN, P. - *Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters*. Chemical Geology, v. 43, p. 43-55. 1985.
- BOUSSELY, A.m. & EL SOKKARY, A.A.- *The relation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks*. Chemical Geology, 16, 207-219. 1975.
- BROWN, G.C.- *Calc-alkaline intrusive rocks. Their diversity, evolution and relation to volcanic arcs*. IN.: *Andesites*. Ed. R.S. Thorpe, 1982.
- COLLERSON, K.D. & BRIDGWATER, D. - *Metamorphic development of Archean tonalitic and trondhjemitic gneisses: Saglek sea, Labrador*. IN.: *Trondhjemites, dacites and related rocks*. Amsterdam Elsevier Scientific Publishing Company, 1979. p. 205-265.
- CONDIE, K.C. - *Plate tectonics and crustal evolution*. New York, Pergamon Press, 1976, 288p.
- CONDIE, K.C. - *Archean greenstone belts*. Amsterdam, Elsevier. (*Development in Precambrian Geology*, 3). 1981. 434p.
- CONDIE, K.C. - *Geochemical characteristics of Precambrian Basaltic Greenstones*. IN.: *Early Precambrian Basic magmatism*. R.P. Halls & D.J. Hughes. Blackie & Son Limited. Scotland. 1990. 486p.
- DEBON, F. & LE FORD, P. *A chemical mineralogical classification of common plutonic rocks and association*. Earth Sciences, v. 73, p. 135-149. 1983.
- DIDIER, J. & LAMEYRE, J. *Repartition géologique et signification de granites rouges*. C. R. Acad. Sci Paris, 274D 1972. p. 1135-1138.
- GLUKHOVSKIY, M.Z. & MORALEV, V.M. *Archean metabasites of the Sunnagin Dome, Aldan Shield: Petrochemistry and Origin*. International Geology Review, 35 n. 8, p. 739-757. 1993.
- HANSON, G. N. *The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition*. Earth Planet. Sci. Lett., 38, p. 26-43. 1978.
- JENSEN, L.S. *A new cation plot for classifying subalkaline volcanic rocks*. Ont. Div. Mines Misc. Pap. 66, 22pp. 1976.
- Le MAITRE, R.W. *The Chemical variability of some common igneous rocks*. Journal of Petrology, v. 17 p. 589-637. 1976
- MARTIN, H. *The mechanisms of petrogenesis of the Archean continental crust - Comparison with modern processes*. Lithos. 30 p. 373-388. 1993.

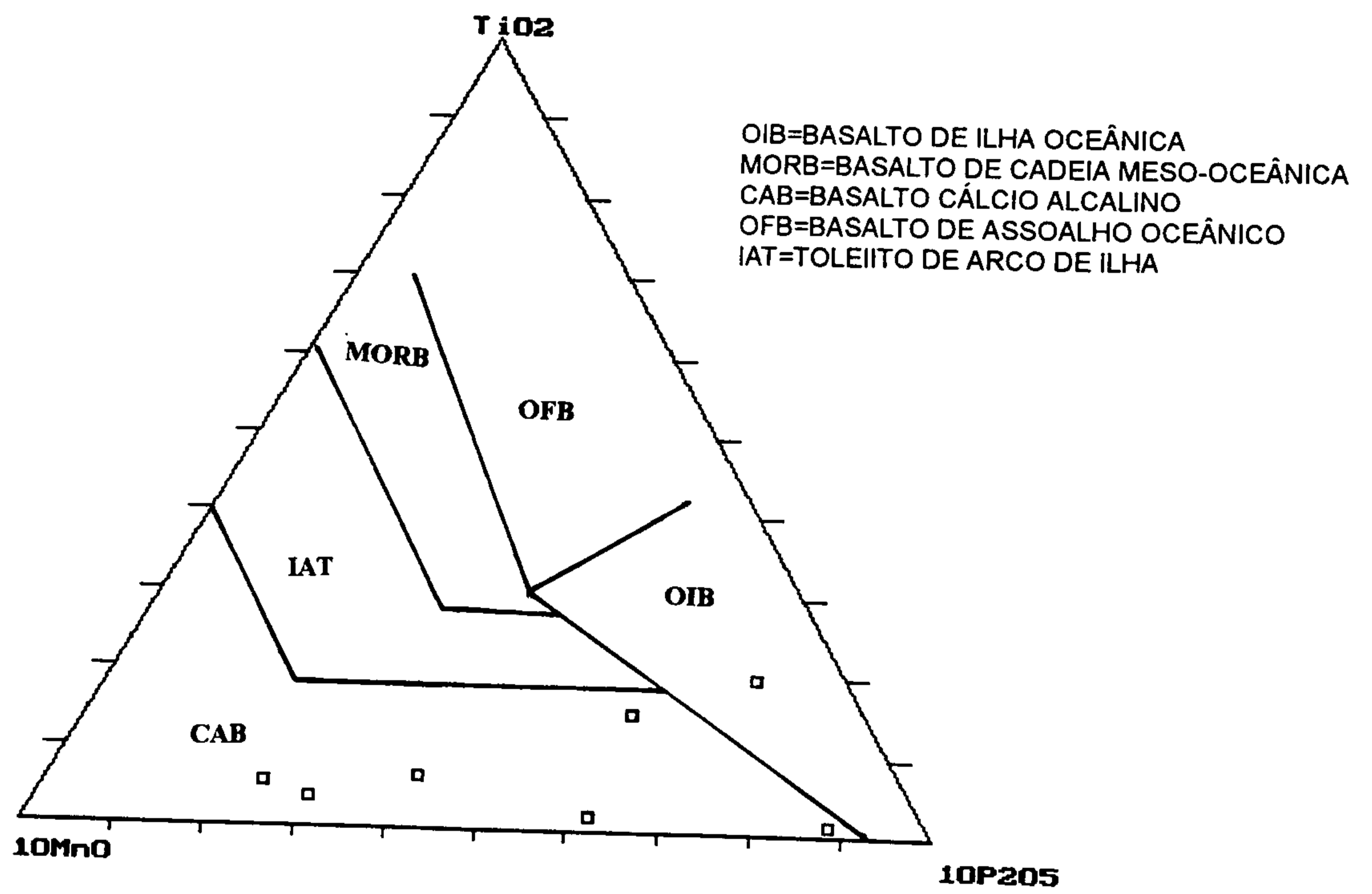
MIYASHIRO, A. *Volcanic rock series in island arcs and active continental margins.* Am. J. Sci., 274, p. 321-355. 1974.

PECCERILLO, A. & TAYLOR, S. R. *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey.* Contrib. Mineral. Petrol. 58, p. 63-81. 1976.

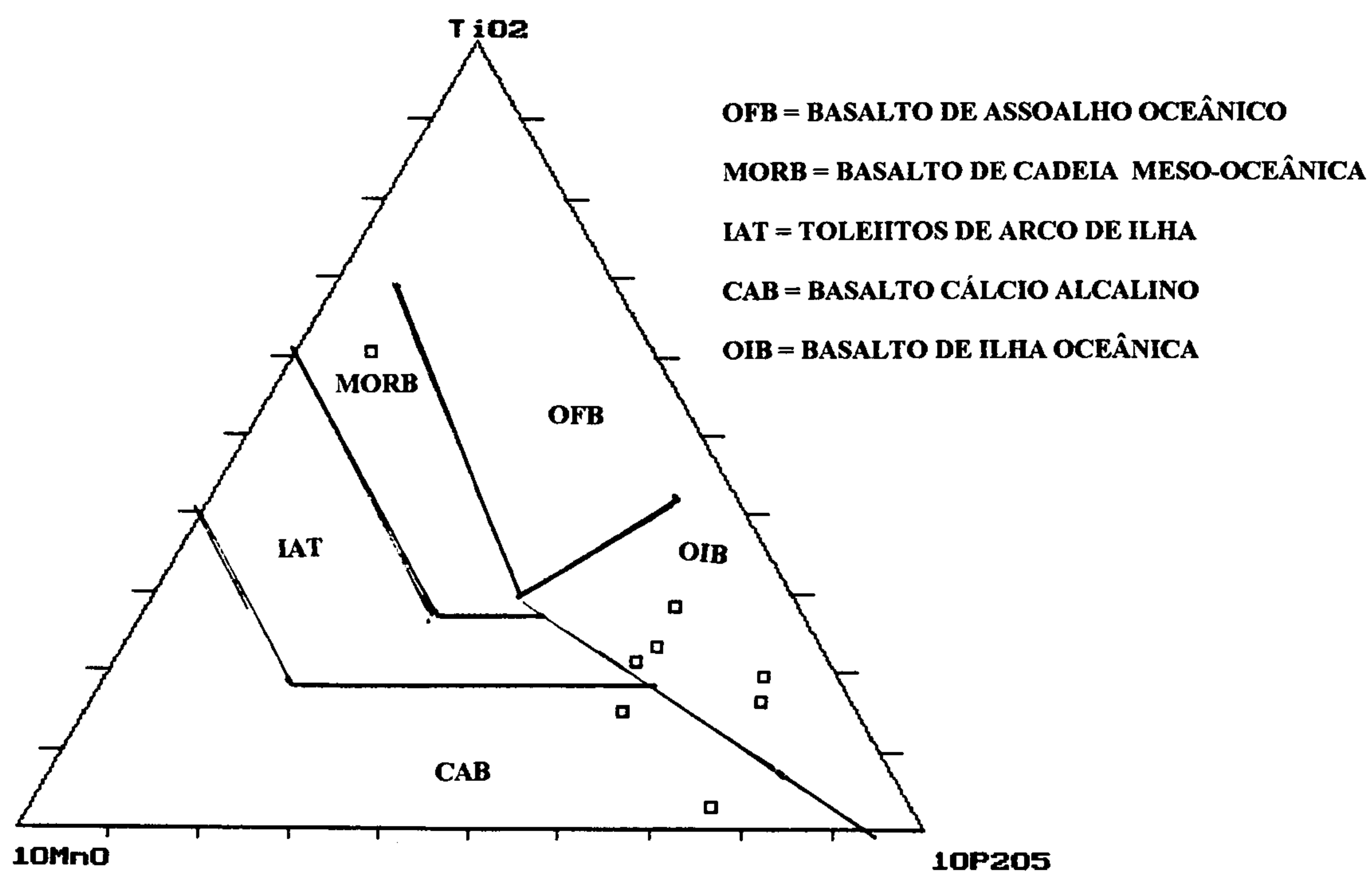
ROGERS, J. J. W. & GREENBERG, J. K. *Trace elements in continental-margin magmatism: Part III. Alkali granites and their relationship to cratonization: Geol. Soc. Am. Bull., Part I,* 92 (1): 6-9. 1981

SANTOS, J.O.S. dos - *Classificação das rochas vulcânicas Uatumã.* Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro, v. 9; p. 4526-4538. 1984.

TAYLOR, S. R. & McLENNAN, S.M. *The Continental Crust: Its composition and evolution.* Blackwell Scientific Publications, Canberra, Australia. 1985, 312p.



**FIGURA 55. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993).  
 APLICADO ÀS ROCHAS MÁFICAS DA UNIDADE QUATIPURU, NA FOLHA REDENÇÃO.**



**FIGURA 52. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993), CLASSIFICATÓRIO DE AMBIENTES GEOTECTÔNICOS DE ROCHAS VULCÂNICAS. APLICADO AOS DIABÁSIOS MESOZÓICOS, NA FOLHA REDENÇÃO.**

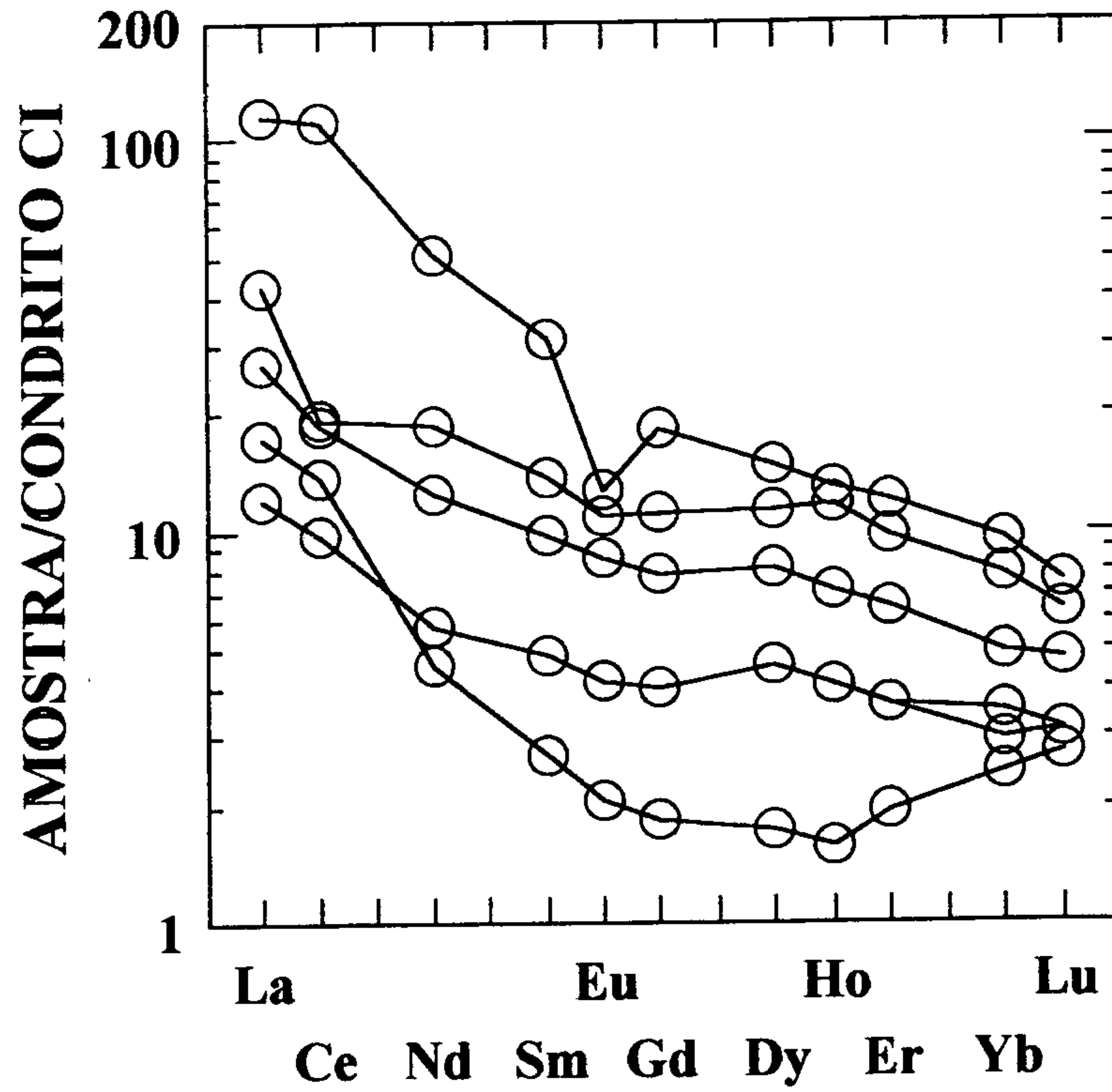


FIGURA 40. ARANHOGRAMA DOS ETR NOS KOMATITOS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO, NORMALIZADOS SEGUNDO O PADRÃO CONDRIITO CI, DE SUN & McDONOUGH (1989).

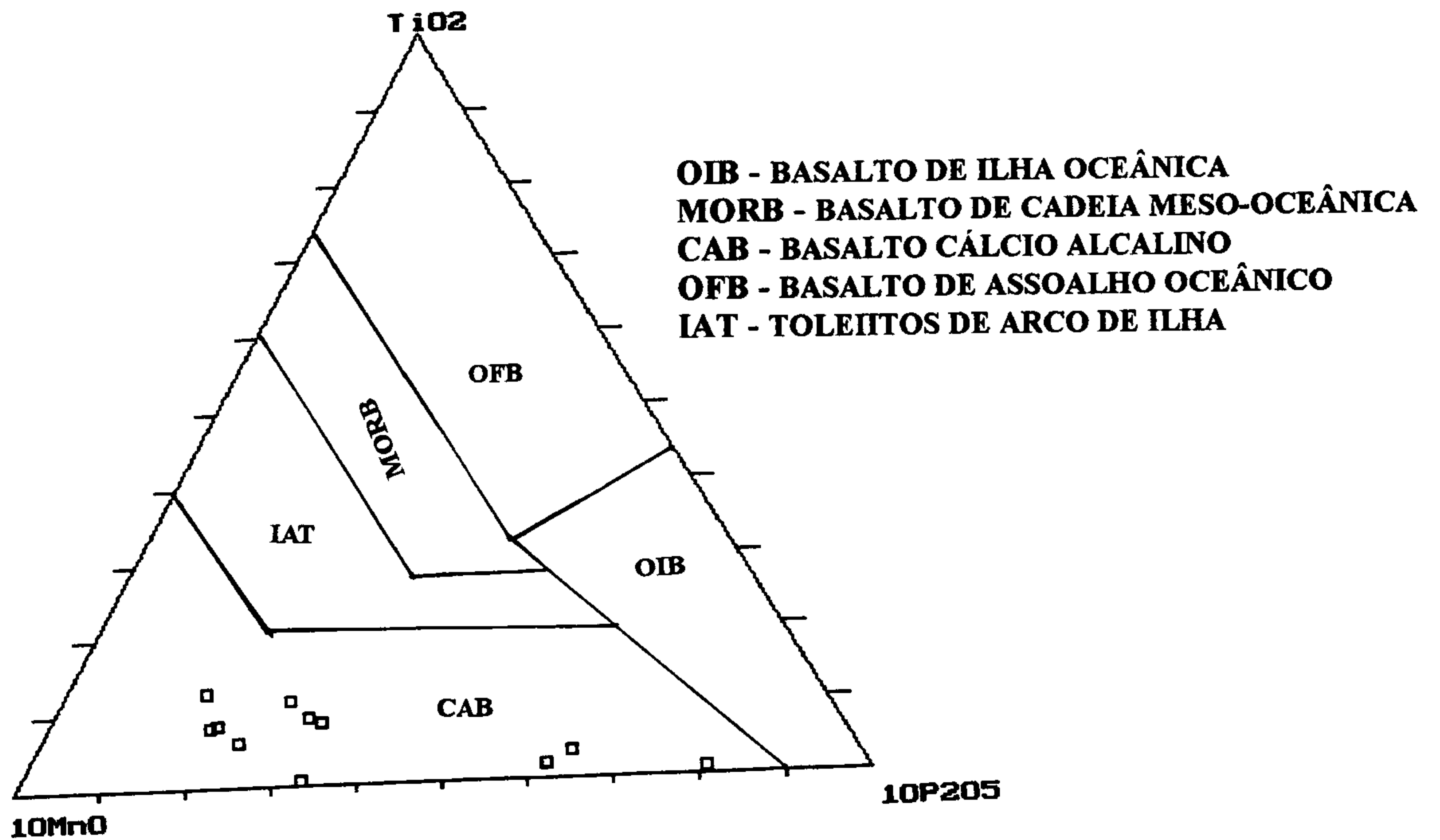
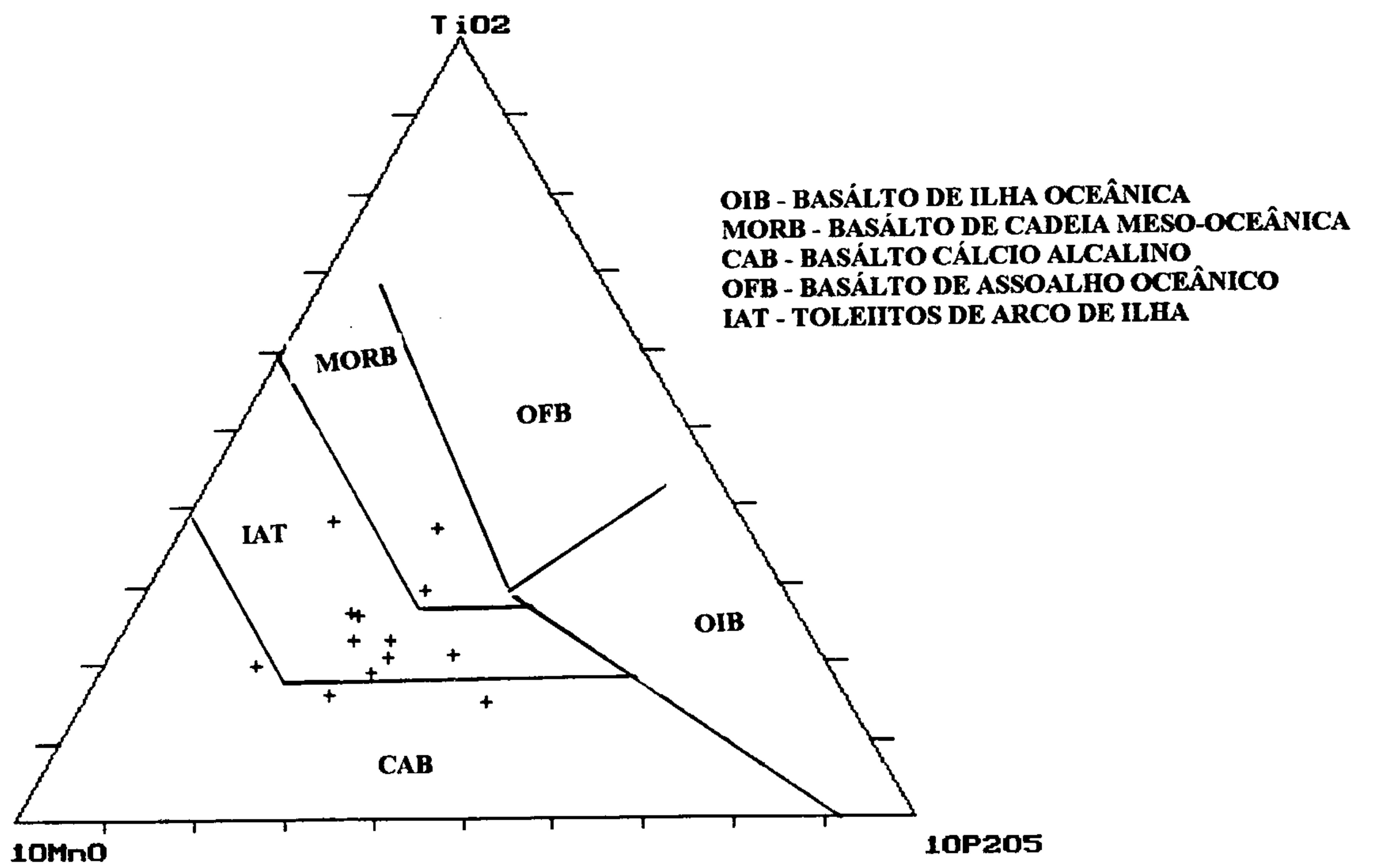


FIGURA 41. DIAGRAMA  $10MnO - P_2O_5 - TiO_2$ , SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993), CLASSIFICATÓRIO DE AMBIENTES GEOTECTÔNICOS DE ROCHAS VULCÂNICAS. APLICADO ÀS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.



**FIGURA 45. DIAGRAMA 10MnO - P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - TiO<sub>2</sub>, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV (1993).  
 APLICADO ÀS ROCHAS METAMÁFICAS DA UNIDADE INAJÁ, NA FOLHA REDENÇÃO.**