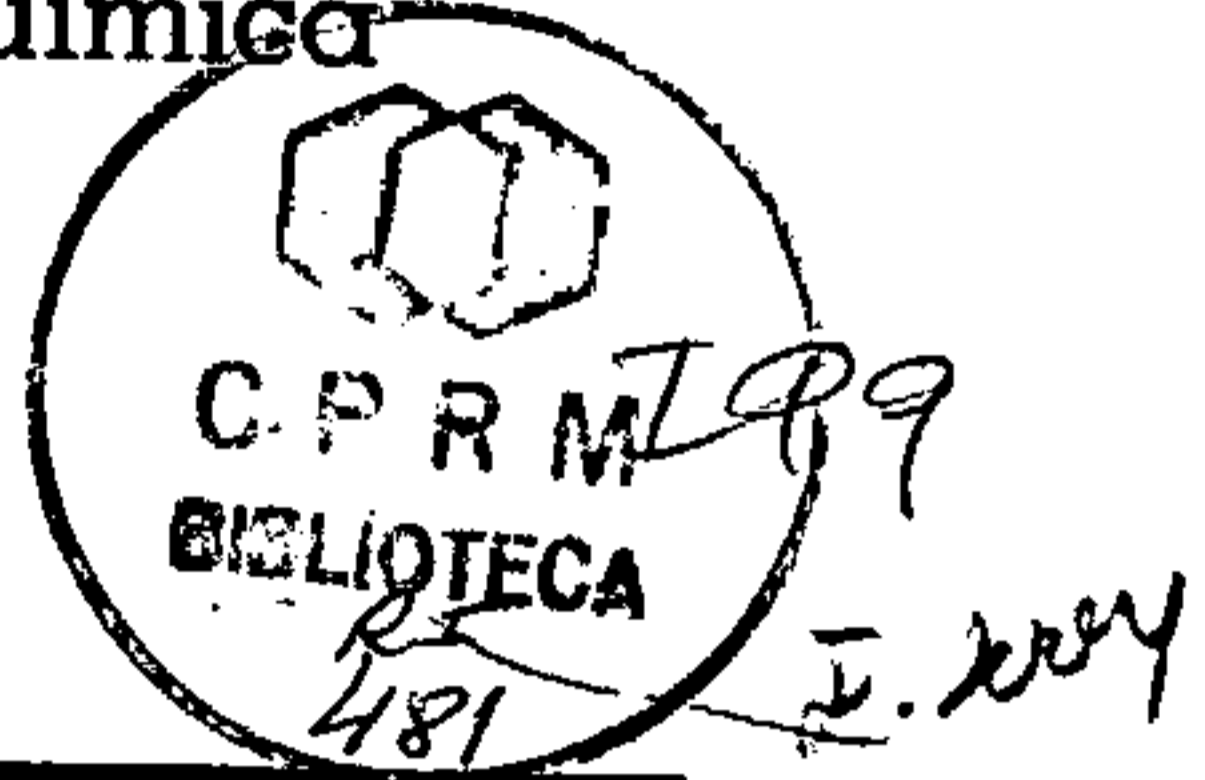


Tau 60003463

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais -
CPRM**

Serviço Geológico do Brasil - SGB
Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos- DGH
Departamento de Geologia- DEGEO
Programa Levantamento Geológico do Brasil -
PLGB

Coordenação Nacional de Litogeoquímica



**" Dados Químicos e Litogeoquímicos
das Rochas Graníticas e das Rochas
Supracrustais (Grupo Andorinhas) da
Folha Xinguara (SB.22-Z-C).
ESTADO DO PARA"**

Emiliano Cornélio de Souza

Rio de Janeiro - Maio de 1995.

COEFICIÊNCIA DE DISTÂNCIA EUCLIDEANA

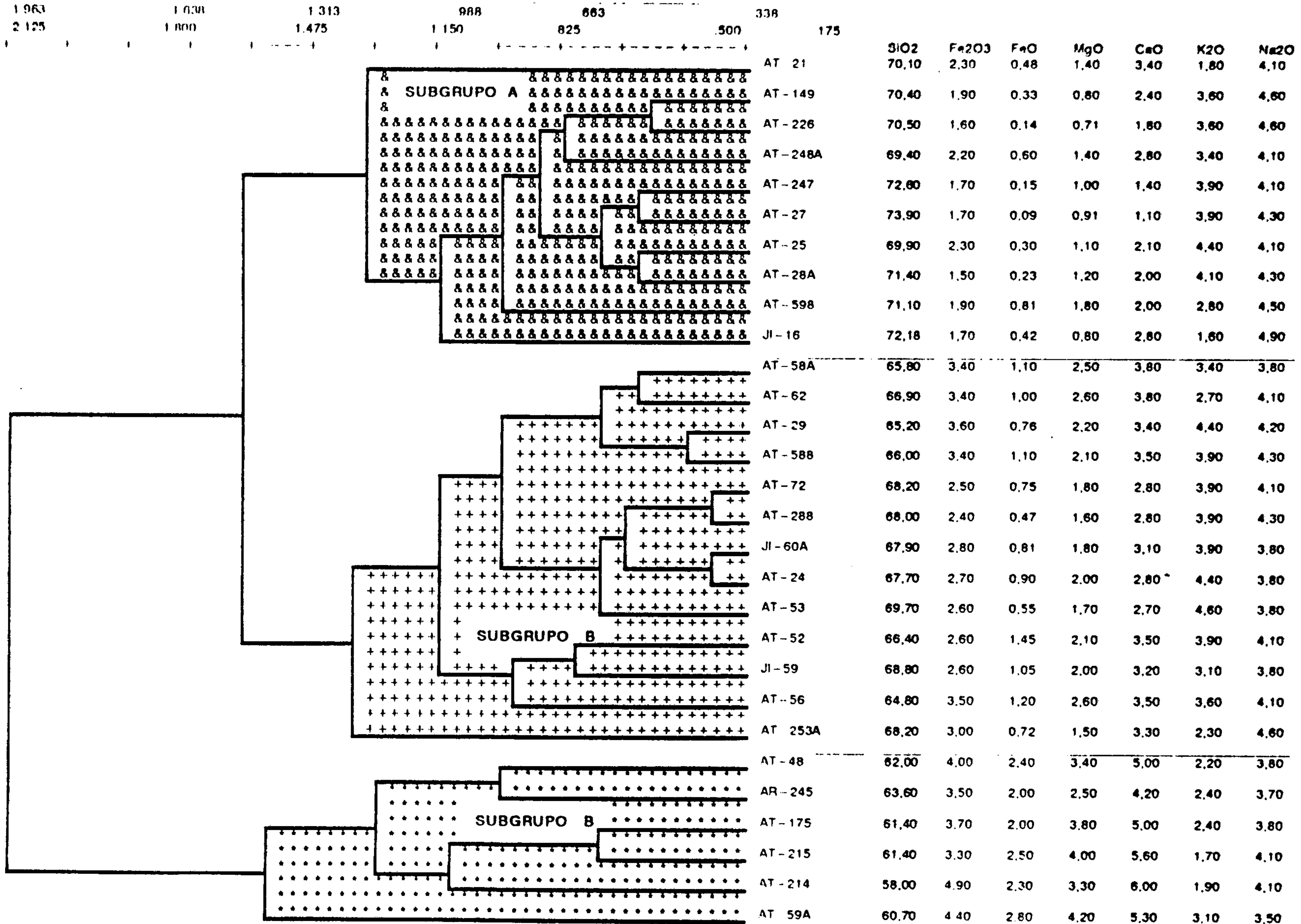


FIGURA 9. DENDROGRAMA BASEADO NOS OXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES DO GRANODIORITO RIO MARIA, NA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTANCIA EUCLIDEANA SÃO USADOS COMO PARÂMETRO DE SIMILARIDADE

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Serviço Geológico do Brasil - SGB
Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos- DGH
Departamento de Geologia- DEGEO
Programa Levantamento Geológico do Brasil - PLGB
PROGRAMA GRANDE CARAJÁS
Coordenação Nacional de Litogeoquímica

**“ Dados Químicos e Litogeoquímicos das
Rochas Graníticas e das Rochas Supracrustais
(Grupo Andorinhas) da Folha Xinguara
(SB.22-Z-C).
ESTADO DO PARÁ”**

Emiliano Cornélio de Souza

Rio de Janeiro - Maio de 1995.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO

2. PETROQUÍMICA DAS UNIDADES GRANITÓIDES

- 2.1. TRODHJEMITO MOGNO**
- 2.2. GRANODIORITO RIO MARIA**
- 2.3. TONALITO ARCO VERDE**
- 2.4. MONZOGRANITO XINGUARA**
- 2.5. SIENOGANITO REDENÇÃO**

3. PETROQUÍMICA DAS ROCHAS SUPRACRUSTAIS (GRUPO ANDORINHAS)

- 3.1. ROCHAS METABÁSICAS**
- 3.2. ROCHAS METAULTRABÁSICAS**
- 3.3. ROCHAS METAFÉLSICAS**

4. CONCLUSÕES

RELATÓRIO DE LITOGEOQUÍMICA DAS ROCHAS GRANITOIDES E SUPRACRUSTAIS DA FOLHA XINGUARA (ESCALA 1:250.000)

EMILIANO CORNÉLIO DE SOUZA

1. INTRODUÇÃO

Em complemento ao mapeamento geológico, na escala de 1:250.000 da folha Xinguara, situada ao sul do Estado do Pará, foram realizados estudos petrológicos/ petroquímicos em diversas unidades geológicas, visando auxiliar, pelo menos a nível preliminar, as interpretações quanto a petrogênese, geotectônica e metalogenia da área em questão.

Os estudos petroquímicos foram aplicados em rochas de 8 (oito) unidades litoestratigráficas mapeadas, sendo 5 (cinco) relativas às rochas plutônicas granitoides e 3 (três) às rochas vulcânicas, agrupadas na Sequência Supra Crustal Vulcano-Sedimentar Andorinhas e, cujos resultados serão mostrados a seguir.

2. PETROQUÍMICA DAS UNIDADES PLUTÔNICAS GRANITOIDES

2.1. TRONDHJEMITO MOGNO

Desta unidade foram coletadas e analisadas 15 (quinze) amostras, cujos dados analíticos estão dispostos na tabela 1.

Da inspeção ao microscópio resultaram classificações de tipos petrográficos que variam de *diorito a tonalito/trondhjemito*, sendo este último o tipo predominante.

Em termos químicos, como se depreende dos dados da tabela 1 e do dendrograma da figura 1, trata-se de um conjunto de amostras bastante homogêneo, a exceção apenas do diorito (amostra JI - 27). Na figura 2, onde as variáveis Q e P retratam as relações entre os percentuais de quartzo e de feldspato, as amostras formam um "cluster" no campo 4 dos *tonalitos/trondhjemitos* e, apenas as amostras JI -27 e JI -51 plotam nos campos do *quartzo diorito* (8) e *granodiorito* (3), respectivamente. Nos óxidos dos elementos maiores destacam-se : a estreita faixa de variação de SiO₂ (67,60 -72,90), os altos percentuais de CaO (3,90 - 2,50); o predomínio absoluto de Na₂O sobre K₂O , resultado índices petrogenéticos -IP bem inferiores a unidade (0,5 - 0,15); percentuais relativamente baixos de Al₂O₃ em relação a K₂O, Na₂O e CaO, o que conduz a parâmetros de aluminosidade (PAL) sempre inferiores a unidade, caracterizando, então um conjunto de rochas *metaluminosas*, conforme pode ser visto , graficamente, no diagrama A x B de DEBON & Le FORT (1983), figura 3 ; onde também , em função dos baixos percentuais dos óxidos ferro-magnesianos (Fe₂O₃ + MgO + TiO₂ inferiores a 5), as rochas se caracterizam como *mesocráticas*. Levando-se em conta a divisão dos tonalitos/trondhjemitos proposta por BARKER, 1979 (apud CONDIE, 1981) em *high-Al₂O₃* (> = 15%) e *low-Al₂O₃*, (< = 15%), para SiO₂ = 70%, teríamos o conjunto de rochas dividido pela metade, sendo 7 (sete) do tipo "high" e 8 (oito) do tipo "low". A natureza transicional tonalítico-cálcioalcalina pobre em potássio está bem evidenciada nos diagramas das figuras 4 (BROWN, 1982) e 5 (ROGERS & GREENBERG, 1981). Por outro lado, o diagrama Qz-Ab-Or, figura 6, confirma o carácter sódico dessas rochas e indica seu posicionamento nas proximidades da linha eutética Albita-Quartzo.

Em termos dos elementos-traço, esse conjunto de rochas se caracteriza pelas altas concentrações dos elementos litófilos de grande raio iônico (Sr e Ba), verificando-se uma predominância de Ba sobre Sr (figura 7) e os teores de ambos os elementos, na maioria das amostras, são superiores aos valores médios da crosta continental superior (350 e 550 ppm), respectivamente, seg. TAYLOR & McLENNAN, 1985). Ao contrário destes litófilos, o Rb ocorre com teores considerados baixos (24 - 74ppm), quando comparados com a média da crosta superior (112ppm). Os teores desse elemento bem como as razões Rb/Sr muito se assemelham a aqueles para rochas arqueanas do fácies granulítico, como por exemplo o Gnaiss Uivak, do norte de Labrador (COLLERSON & BRIDGWATER, 1979). As relações K/Rb são, na maioria das

TABELA 1. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO TRONDHJEMITO MOGNO
(FOLHA XINGUARA)

	Jl-27 1	Jl-51 2	AT-68 3	AT-65 4	AT-69 5	Jl-14A 6	AT-64A 7	AT-66 8	Jl-39 9	AT-70 10	Jl-32B 11	Jl-31 12	Jl-25 13	Jl-32A 14	Jl-30 15
SiO ₂	54,00	67,60	68,80	69,70	69,70	70,20	70,40	71,00	71,40	71,60	71,60	71,70	72,10	72,60	72,90
Al ₂ O ₃	14,60	14,20	15,10	15,10	15,10	15,10	15,10	15,60	15,10	14,60	14,60	14,20	14,50	13,70	13,70
Fe ₂ O ₃	4,30	2,20	1,80	1,70	1,70	1,70	2,10	1,70	2,30	1,40	1,90	1,80	1,40	1,80	1,50
FeO	4,50	1,50	1,30	1,10	1,00	0,47	0,76	1,00	0,14	0,76	0,33	0,72	0,33	0,23	0,58
MnO	0,13	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
CaO	7,60	3,60	3,90	3,60	2,80	2,80	3,60	3,40	2,50	2,80	2,70	2,80	2,50	2,50	3,40
MgO	6,10	1,90	1,40	1,20	1,00	1,00	0,81	0,60	0,60	0,81	0,60	0,91	0,80	0,60	0,60
Na ₂ O	3,50	4,80	4,60	5,00	5,10	4,60	4,70	4,70	5,10	5,40	5,40	5,20	4,90	5,60	5,10
K ₂ O	1,80	3,10	0,97	0,97	1,50	2,30	0,73	1,20	1,50	1,20	1,60	1,30	2,10	1,50	0,91
TiO ₂	0,68	0,42	0,31	0,30	0,31	0,21	0,21	0,21	0,31	0,36	0,31	0,31	0,21	0,21	0,31
P ₂ O ₅	0,32	0,17	0,14	0,08	0,12	0,06	0,09	0,09	0,07	0,11	0,07	0,08	0,08	0,09	0,04
PF	1,70	0,53	1,10	0,75	1,00	1,70	1,20	0,81	0,84	0,75	0,62	0,62	0,34	0,63	0,59
H ₂ O-	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,12	0,11	0,10
Total	99,38	99,97	99,57	99,65	99,48	100,29	99,85	100,46	100,01	99,94	99,89	99,79	100,43	99,62	99,78
Ba	800	2400	590	480	510	640	420	780	540	390	600	570	750	600	450
Sr	660	1000	500	520	350	490	600	480	440	360	275	600	430	305	500
Rb	35	.19	27	49	74	57	24	32	66	32	82	41	49	82	24
Rb/Sr	0,05	0,05	0,05	0,09	0,21	0,12	0,04	0,07	0,15	0,09	0,30	0,07	0,11	0,27	0,05
K/Rb	620	762	433	238	244	486	366	452	274	452	235	382	518	220	457
Q	1,84	20,30	28,73	28,22	27,62	29,29	31,94	31,24	31,17	30,46	29,20	31,42	30,38	30,42	33,96
OR	10,93	18,44	5,82	5,80	9,01	13,79	4,38	7,12	8,94	7,15	9,53	7,75	12,48	8,96	5,42
AB	30,43	39,18	39,56	42,81	43,86	39,51	40,35	39,54	43,55	46,11	46,07	44,41	41,72	47,91	43,54
AN	19,32	9,00	17,98	16,08	13,32	13,70	17,52	16,35	12,05	12,16	10,96	11,67	11,71	7,90	11,91
C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,10	0,25	0,61	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DI	14,02	6,22	0,59	1,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HY	18,06	2,83	3,74	2,69	2,53	0,00	2,42	1,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,86	0,75	0,72	1,69	2,02
MT	3,25	2,80	2,65	2,49	2,50	1,08	2,51	2,47	1,15	1,58	0,59	1,60	0,52	0,56	1,14
IL	1,33	0,80	0,59	0,57	0,59	0,40	0,40	0,40	0,59	0,69	0,59	0,59	0,40	0,40	0,59
HM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	1,04	0,31	1,41	0,71	0,98	1,34	0,72
AP	0,78	0,40	0,33	0,19	0,29	0,14	0,21	0,21	0,16	0,26	0,16	0,19	0,19	0,21	0,09
ID	43	78	74	77	80	83	77	78	84	84	85	84	85	87	83
IP	0,51	0,67	0,21	0,19	0,29	0,50	0,15	0,25	0,29	0,22	0,29	0,25	0,42	0,26	0,17
PAL	0,68	0,81	0,96	0,95	1,00	0,99	1,00	1,03	1,04	0,95	0,94	0,94	0,95	0,89	0,88
PALK	0,53	0,77	0,57	0,61	0,66	0,66	0,56	0,58	0,66	0,69	0,72	0,70	0,71	0,79	0,68
MGN	0,56	0,49	0,46	0,45	0,41	0,47	0,35	0,3	0,33	0,42	0,34	0,41	0,47	0,37	0,36

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA: TRONDHJEMITO LEUCOCRÁTICO (4,8,11,12,13,14,15); EPIDOTO-GNAISSE TRONDHJEMÍTICO (9);

HORNBLENDA GRANODIORITO (2); TRONDHJEMITO (5); TRONDHJEMITO HOLOLEUCOCRÁTICO (7); TONALITO À BIOTITA (8).

TRONDHJEMITO LEUCOCRÁTICO À BIOTITA (10); TONALITO À BIOTITA E CLORITA (3); DIORITO (1).

ID: ÍNDICE DE DIFERENCIAÇÃO DE THORTON E TUTTLE (1960): $(q+ab+or+ne+kp+lc)$; PAL: PARÂMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND (1982): $\text{mol Al}_2\text{O}_3 / (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CaO})$;

IP: ÍNDICE PETROGENÉTICO DE ENGEL (1974): $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$; MGN: Mg NUMBER: $\text{mol MgO} / (\text{MgO} + \text{FeO}^*)$, sendo $\text{FeO}^* = \text{FeO} - 0,8998\text{Fe}_2\text{O}_3$

PAL: PARÂMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND (1982); PALK: ÍNDICE DE PERALCALINIDADE: $\text{mol}(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) / \text{mol Al}_2\text{O}_3$

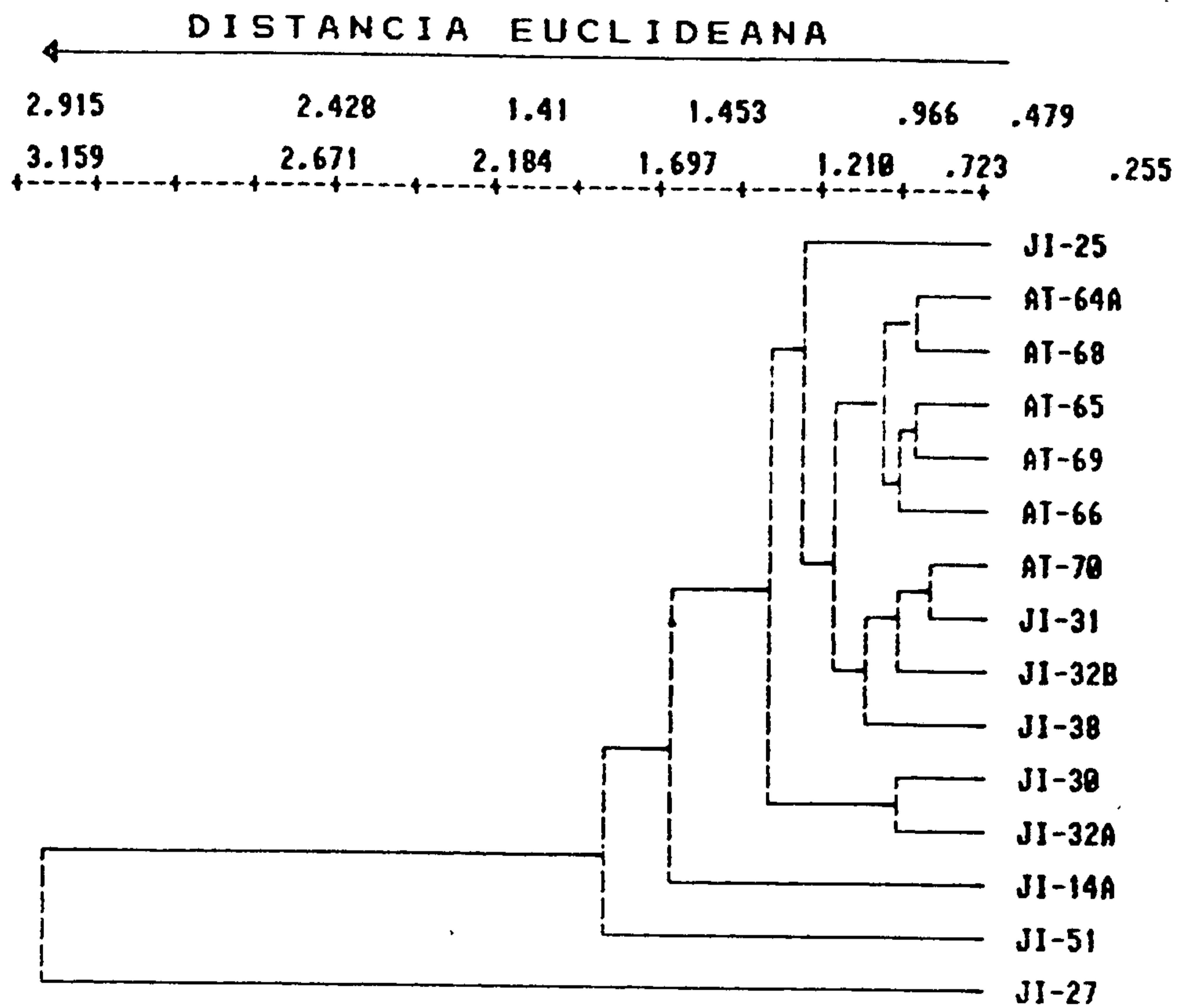


FIGURA 1. DENDROGRAMA BASEADO NOS OXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES DO TRONDAJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTANCIA EUCLIDEANA SAO USADOS COMO PARAMETROS DE SIMILARIDADE.

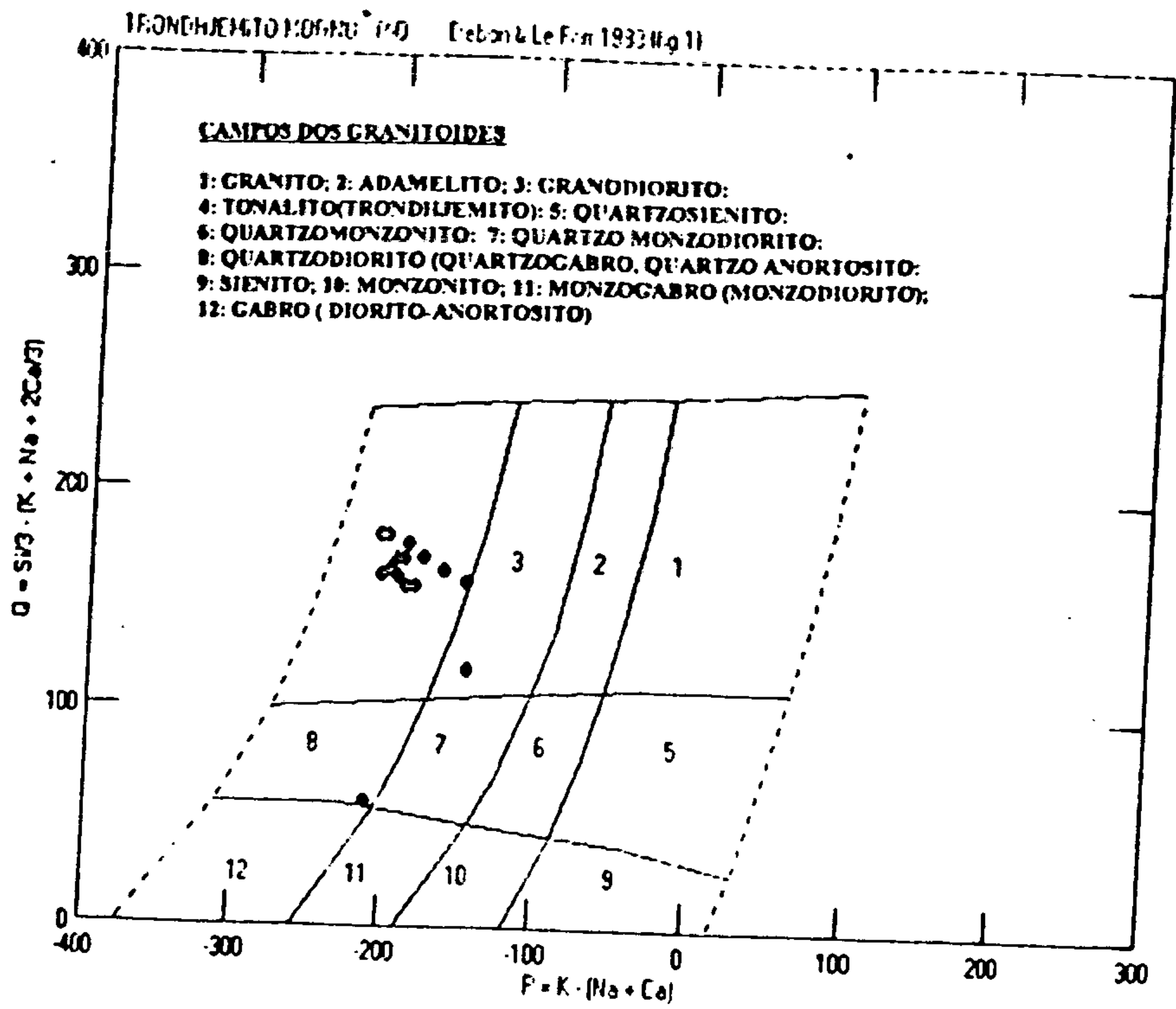


FIGURA 2. DIAGRAMA P x Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O TRONDHJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGUARA.

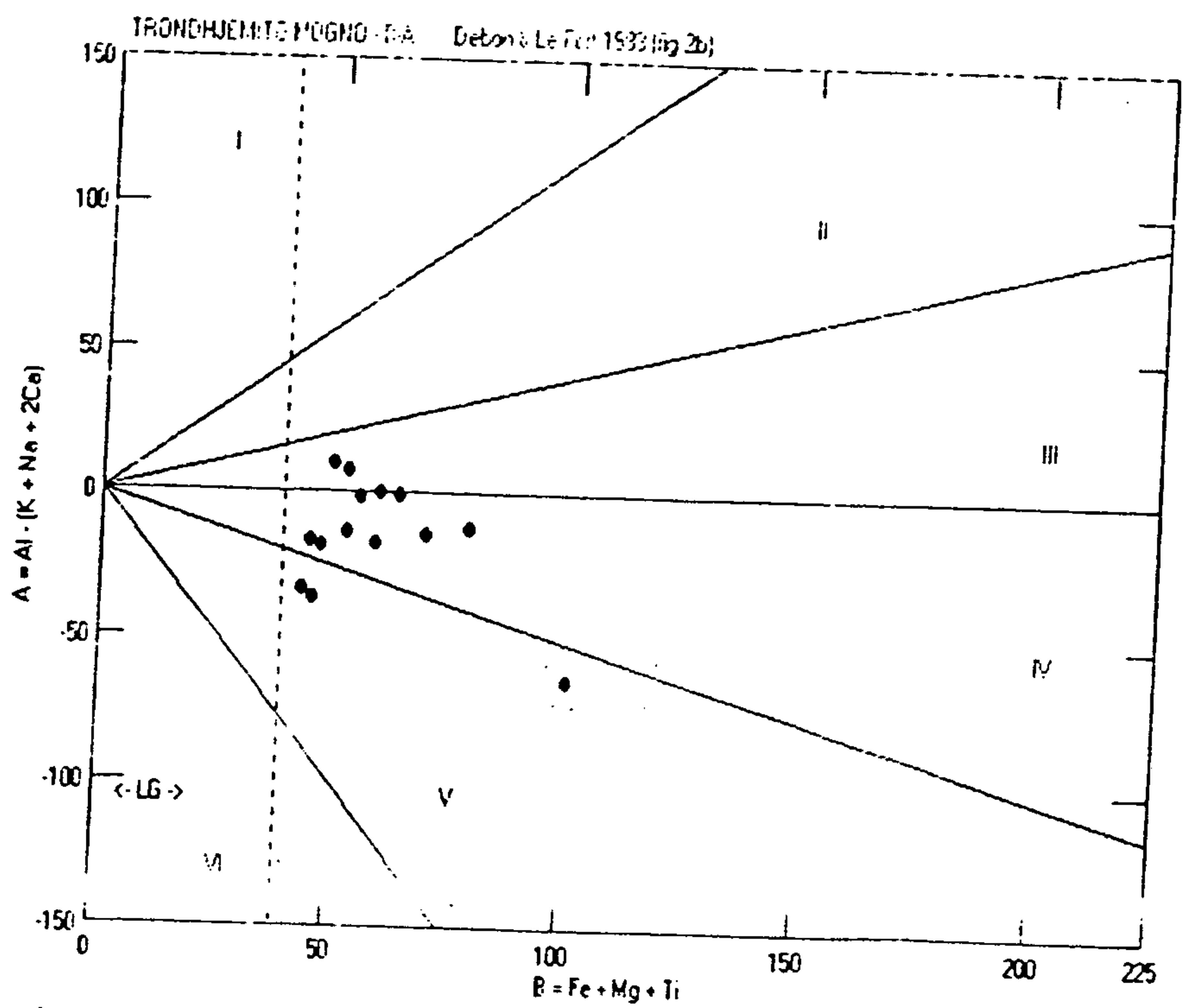


FIGURA 3. DIAGRAMA B x A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA O TRONDHJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGUARA.

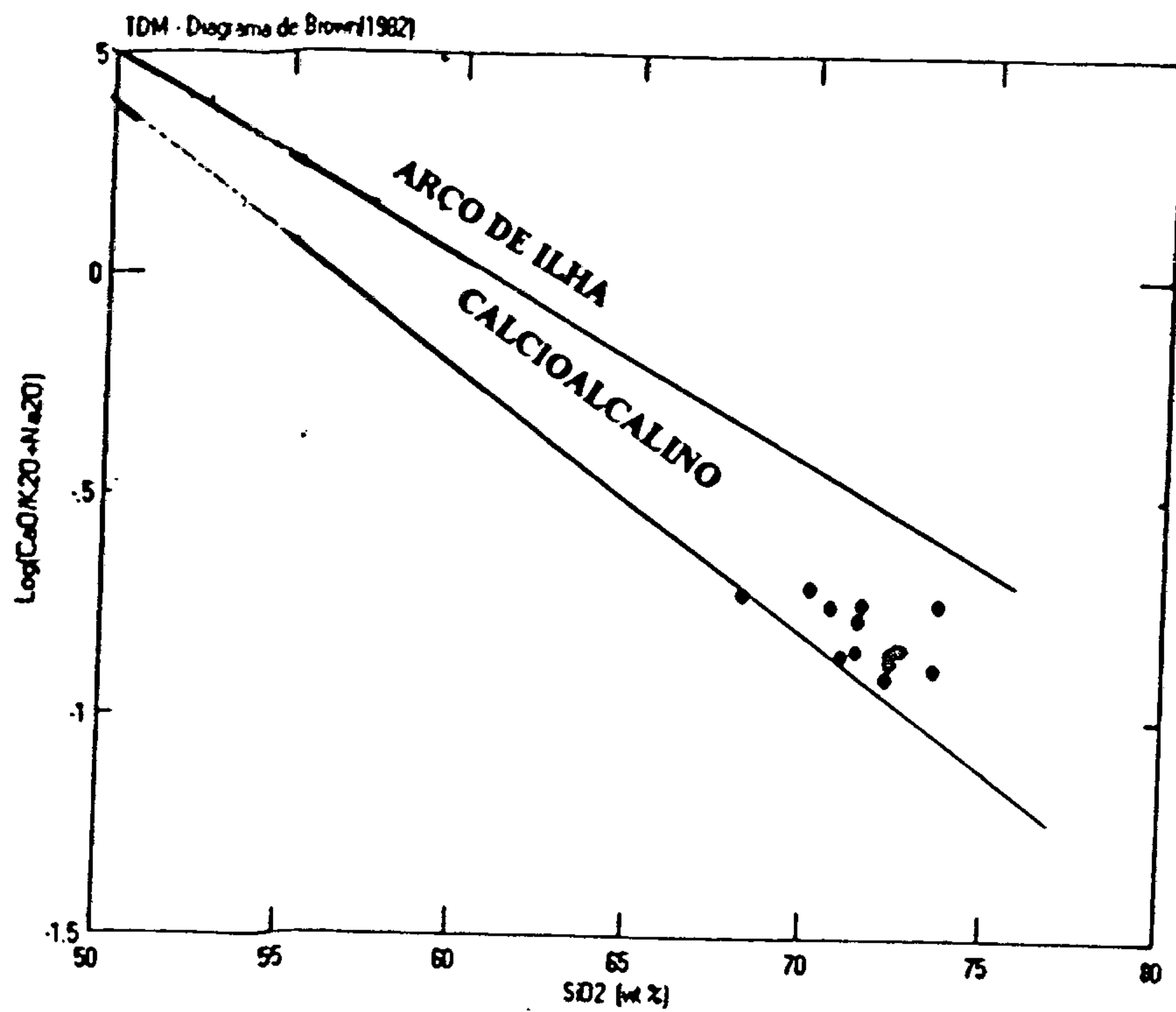


FIGURA 4. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{CaO}/\text{ÁLCALIS}$ DE BROWN (1982) APLICADO AO TRONDHJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGURA.

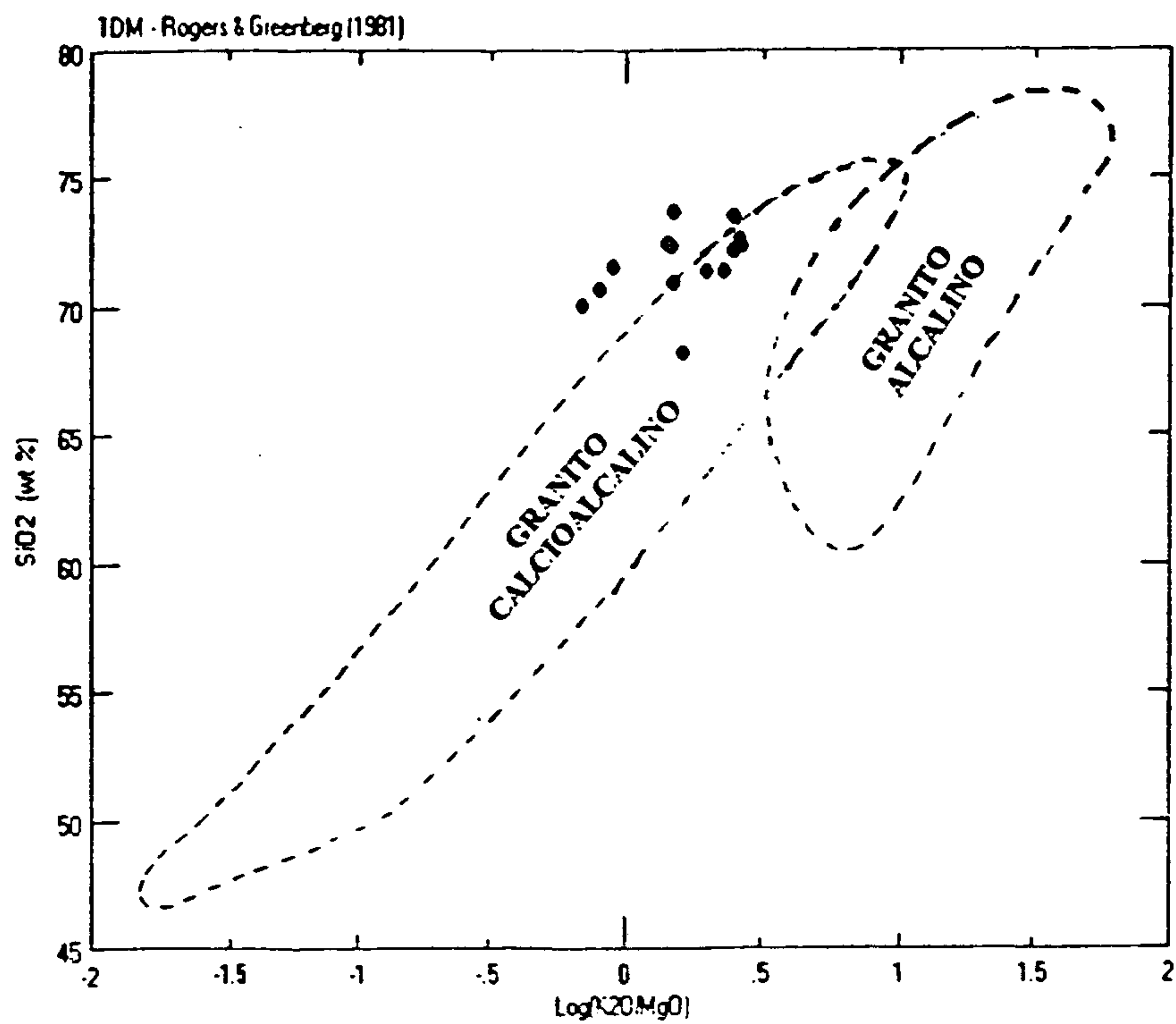


FIGURA 5. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$ DE ROGERS & GREENBERG (1981) APLICADO AO TRONDHJEMITO MOGNO DA FOLHA XINGUARA.



FIGURA 6. DIAGRAMA QZ-AB-OR NORMATIVOS, APLICADO AO TRONDHJEMITO MOGNO. FOLHA XINGUARA

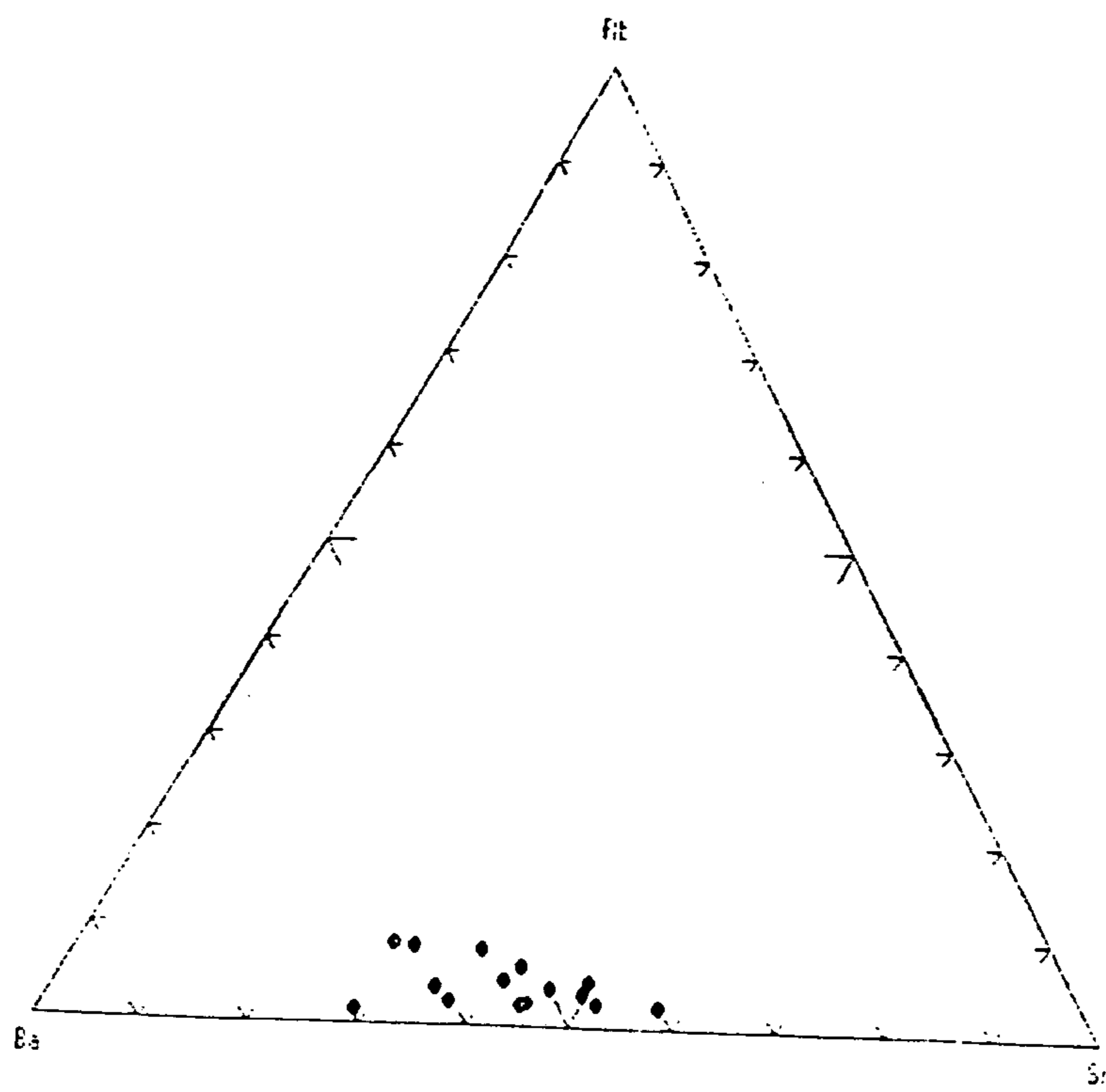


FIGURA 7. DIAGRAMA Rb-Ba-Sr DE BOUSSARY & SOKKARY (1978), APLICADO AO TRONDHJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGUARA.

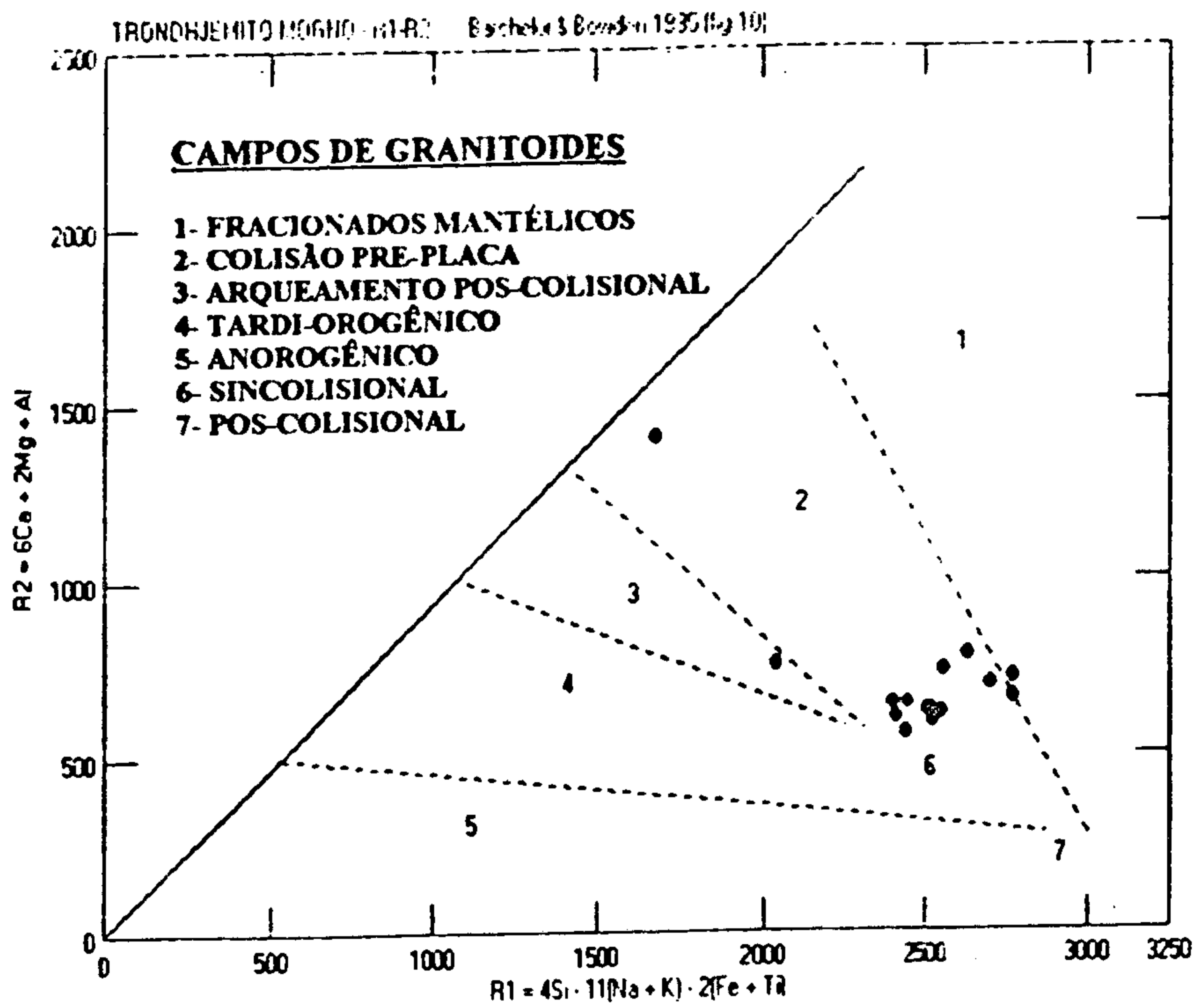


FIGURA 8. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985) APLICADO AO TRONDHJEMITO MOGNO, DA FOLHA XINGUARA.

amostras, superiores ao padrão crustal (250), o que combinado com as baixas razões Rb/Sr reflete o baixo grau de diferenciação dos espécimes representantes da unidade em pauta.

As condições paleotectônicas em que ter-se-iam formado esses granitoides podem ser inferidas a partir do diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWDEN (1985), representado na figura 8, onde se observa que o conjunto das amostras da unidade em análise está posicionado no âmbito de regime tectônico *compressivo* e no campo dos granitoides de *pré-colisão de placa*. Os dados aqui apresentados permitem ainda considerar as rochas em questão como do tipo T_{LA} , segundo a classificação de BARBARIN (1990), ou seja são granitoides de origem *matélica* e formados em ambiente de *arco de ilha*.

As características aqui arroladas são muito semelhantes àquelas dos granitoides arqueanos do tipo *TTG* definidas por MARTIN, 1993, apud ALTHOFF et al, 1994).

Por outro lado, com base nos tipos petrográficos presentes nessa unidade, nos percentuais de K_2O , nos teores dos LILE (elementos litófilos de grande raio iônico), e nas relações K/Rb e Rb/Sr, muito semelhante ao padrão dos basaltos arqueanos (HANSON, 1978), pode-se, tentativamente, indicar um *anfíbólio saturado em quartzo* ou um *eclogito* como rocha-mãe dos litótipos aqui estudados. Esta dedução está em pleno acordo com as características da grande maioria das rochas *graníticas arqueanas* do tipo *TTG* que formam os embasamentos nos mais diversos segmentos da crosta terrestre (África do Sul, Índia, Canadá, USA, Báltico, etc).

2.2. GRANODIORITO RIO MARIA

Nos estudos litogeoquímicos dessa unidade foram utilizadas 28 (vinte e oito) amostras, em cujas análises petrográficas microscópicas predominaram os termos *granodioríticos*, seguidos dos *monzogranitos* e apenas um espécime foi classificado como *tonalito* (AT-214).

Entretanto, a análise do dendrograma da figura 9 mostra 3 (tres) subgrupos formados com base nos percentuais dos óxidos dos elementos maiores, e que não encontram correspondentes exatos com os tipos petrográficos, constantes na tabela 2. O subgrupo A é o mais ácido de todos, sendo caracterizado pelos altos percentuais de SiO_2 , e de álcalis (Na_2O e K_2O), ao lado de baixos percentuais de ferro magnesianos (Fe_2O_3 , FeO e MgO), e de cálcio. Observa-se neste subgrupo o baixo percentual de K_2O (1,6%) e alto de Na_2O (4,9%) da amostra JI -16, o que bem pode corresponder a um *trondhjemitó*. O subgrupo B ocupa posição intermediária entre os tres, com percentuais de SiO_2 relativamente mais baixos ao lado de percentuais mais altos de ferromagnesianos e cálcio, enquanto os valores dos álcalis são mais ou menos equivalentes a aqueles do subgrupo A. Destaca-se aqui o fato de que em quatro amostras os percentuais de K_2O são ligeiramente maiores do que aqueles de Na_2O . As amostras do subgrupo C são bastante distintas daquelas dos subgrupos anteriores. Os percentuais de SiO_2 são extremamente baixos (equivalentes a aqueles de rochas intermediárias), tendo ao lado altos percentuais de ferro magnesianos e de cálcio e mais baixos percentuais dos óxidos de álcalis, onde ainda predominam os valores de Na_2O sobre aqueles de K_2O .

Na figura 10, que retrata o diagrama Q x P de DEBON & Le FORT (1983), a dispersão dos pontos representativos das amostras é bastante coerente com a existência dos tres subgrupos referidos anteriormente. As amostras situadas nos campos dos *quartzo monzonito* (6), *quartzo monzodiorito* (7) e *quartzo diorito* (6), provavelmente pertencem ao subgrupo C, aquelas no campo dos *tonalitos* (4) e *adamelitos* (3) são do subgrupo B, enquanto que as do campo dos *granitos* (1) pertencem ao subgrupo A. No diagrama da figura 11, representando as relações das variáveis A e B de DEBON & Le FORT (1983), a exceção de apenas duas amostras, as demais são tipicamente *metaluminosas* e variam de mesocráticas a melanocráticas, estas últimas com certeza representando as amostras do subgrupo C; como aliás está evidenciado pelos mais altos valores do parâmetro INC - Índice Normativo de Coloração. Aqui, diferentemente do que acontece com o *Trondhjemitó Mogno*, verifica-se o predomínio de rochas do tipo "*low- Al_2O_3* ", pois de uma população de 24 (vinte e quatro) amostras, apenas 7 (sete) têm percentuais de Al_2O_3 superiores a 15% com SiO_2 a 70%.

Nos diagramas de BROWN (1982) e de ROGERS & GREENBERG (1981), respectivamente, figuras 12 e 13, vê-se claramente a variação dos pontos das amostras da unidade em pauta, com predomínio no campo *cálcioalcalino*, procedendo, porém, de termos algo tonalítico/trondhjemitico e chegando a evoluir até a fronteira dos termos mais alcalinos.

No diagrama Qz-Ab-Or, figura 14, observa-se que o conjunto de amostras forma um perfeito "trend" paralelo ao eutético Qz-Ab deslocando-se nitidamente para o eutético Qz-Or, havendo, entretanto, dois "gaps" a meio caminho, o que seriam exatamente as divisões dos subgrupos referidos anteriormente.

COEFICIÊNCIA DE DISTÂNCIA EUCLIDEANA

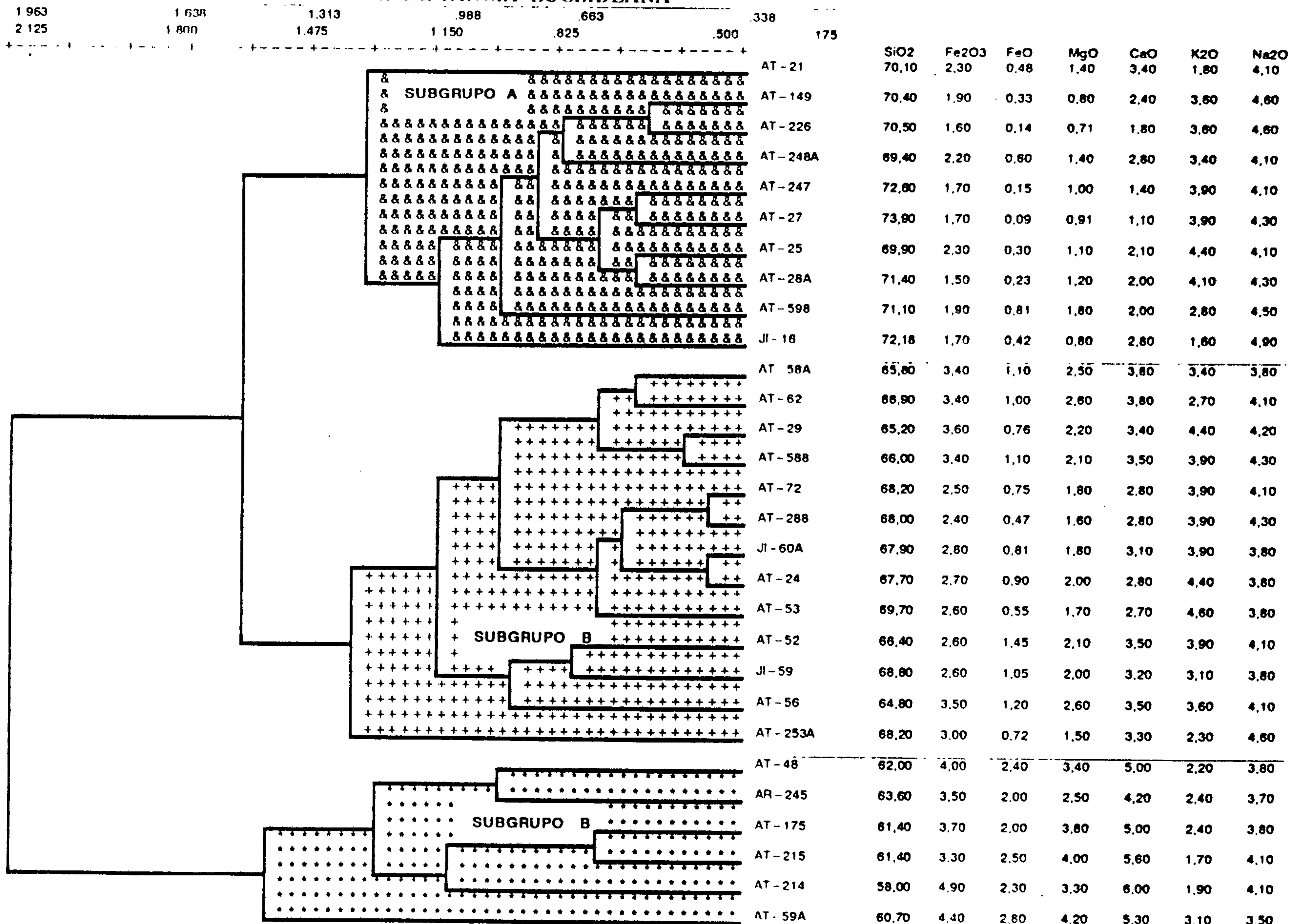


FIGURA 9. DENDROGRAMA BASEADO NOS OXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES DO GRANODIORITO RIO MARIA, NA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTÂNCIA EUCLIDEANA SÃO USADOS COMO PARÂMETRO DE SIMILARIDADE

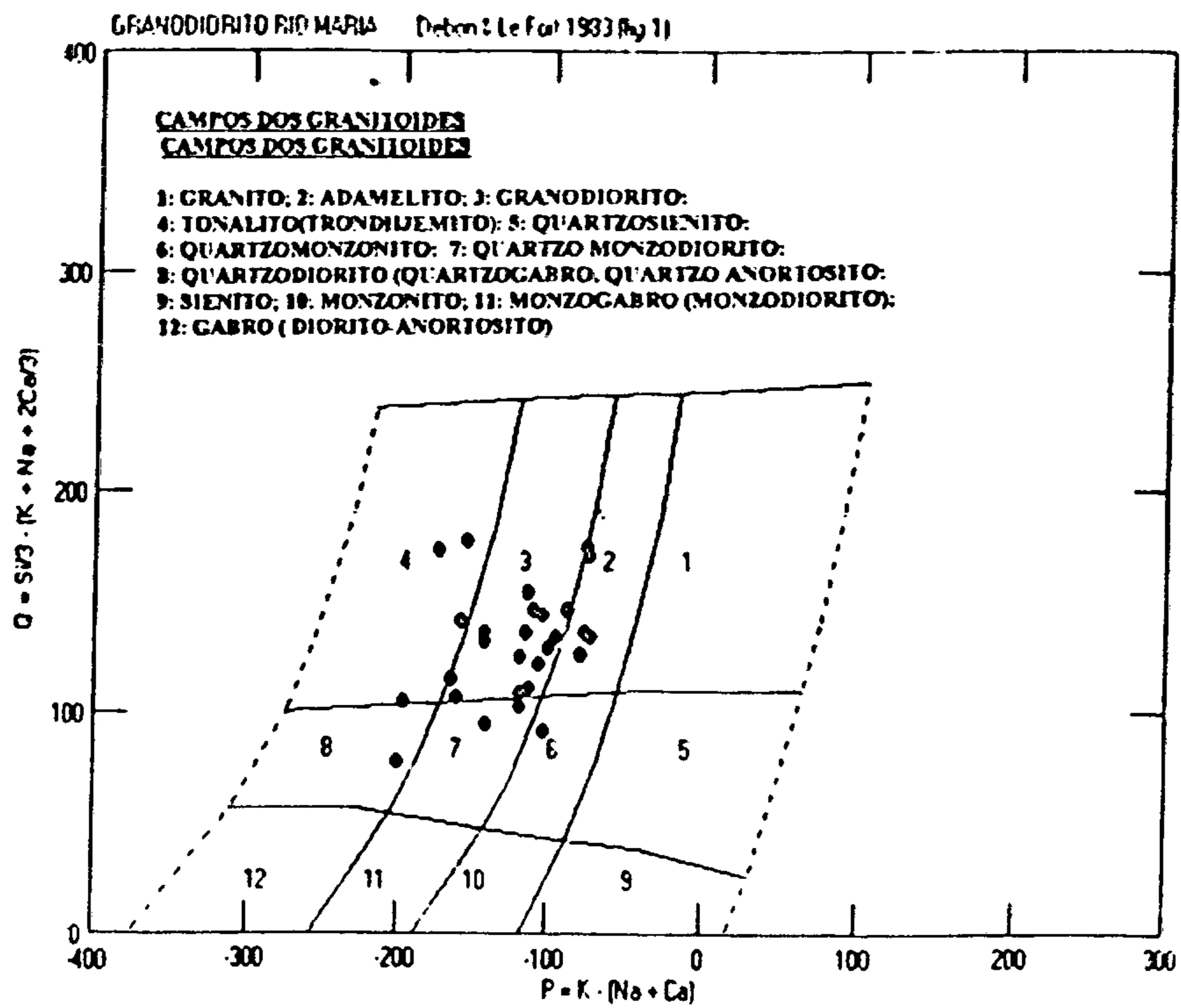


FIGURA 10. DIAGRAMA P x Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

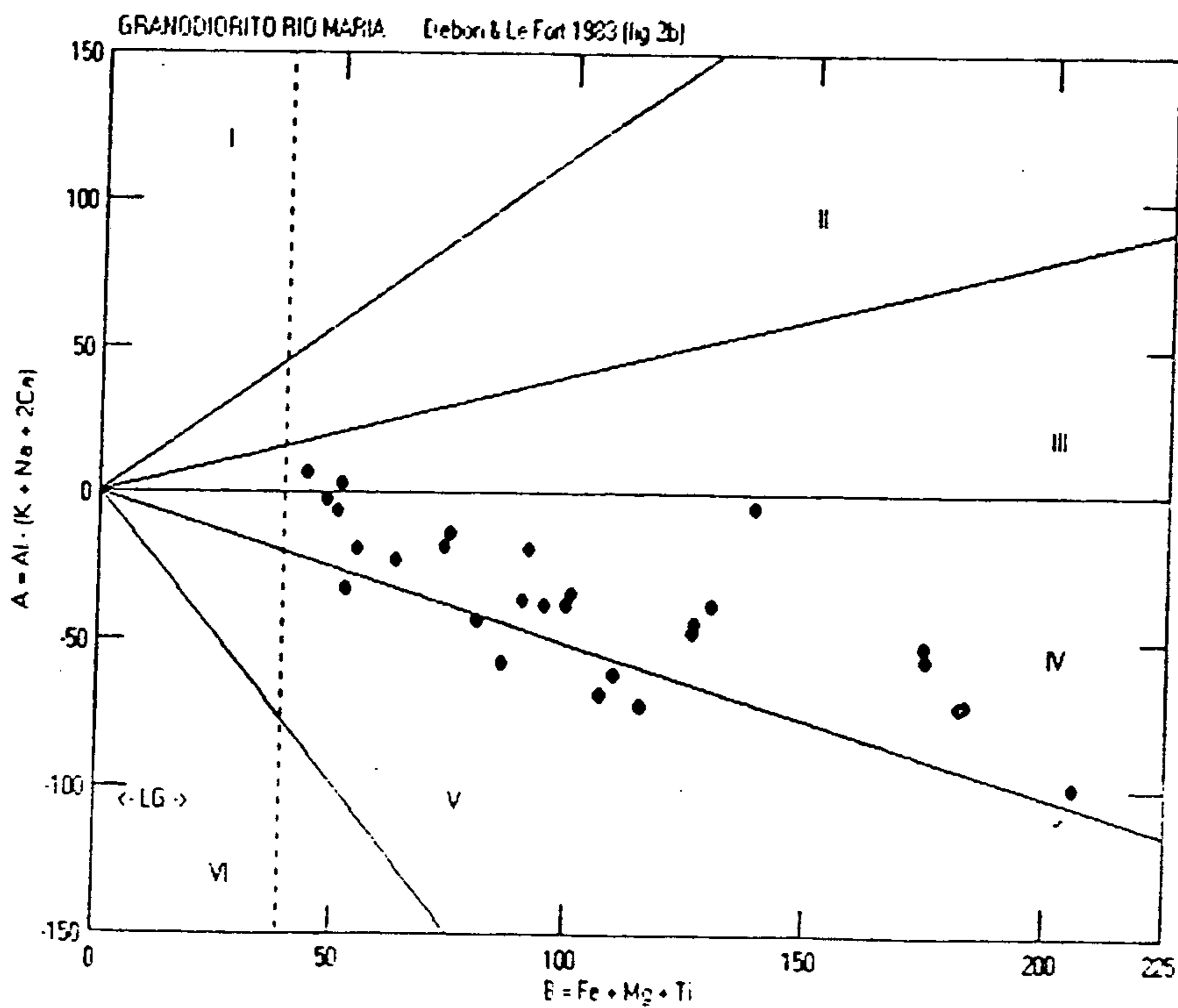


FIGURA 11. DIAGRAMA B x A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA O GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

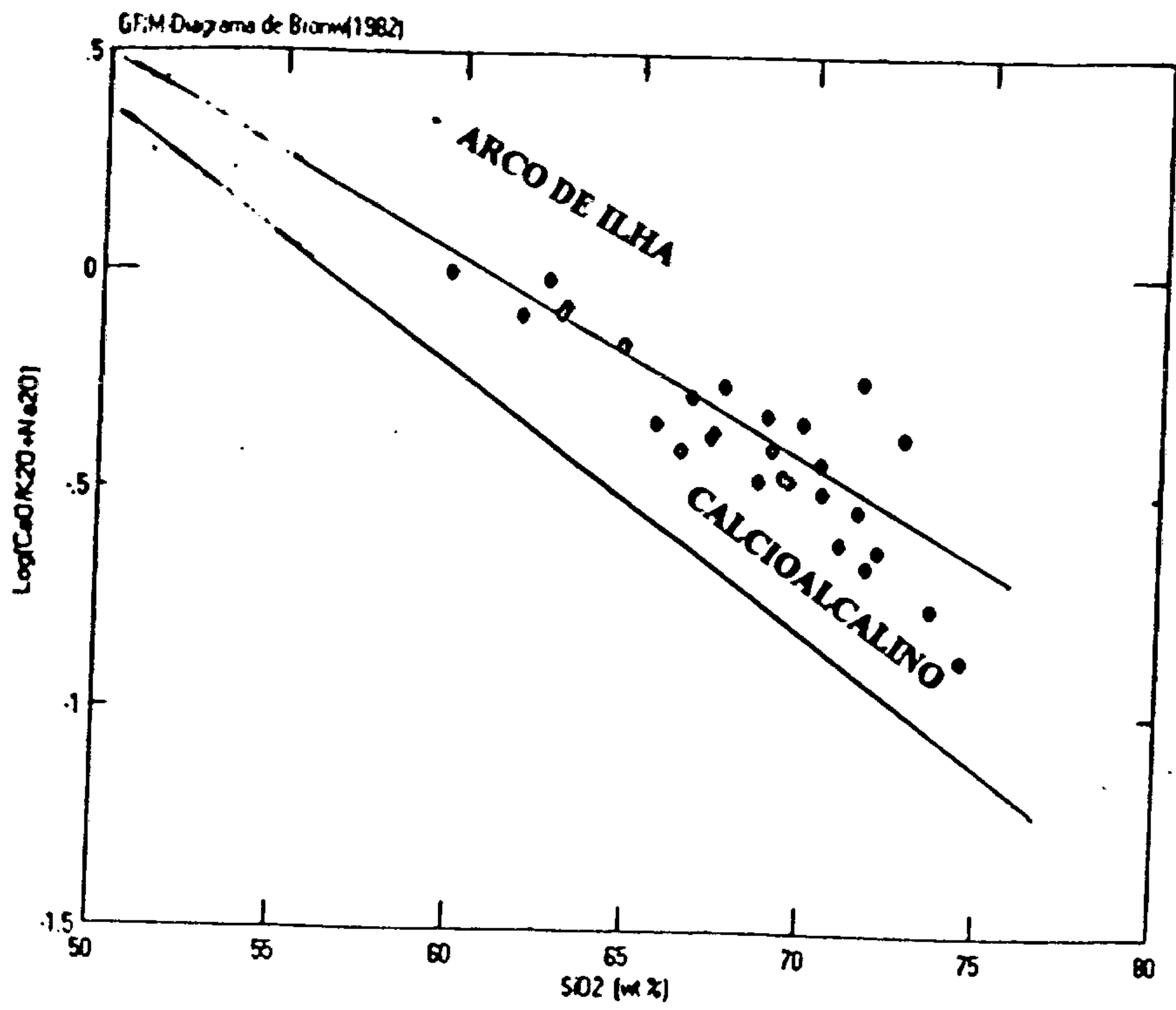


FIGURA 12. DIAGRAMA SiO₂ VERSUS CaO/ÁLCALIS DE BROWN (1982) APLICADO AO GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

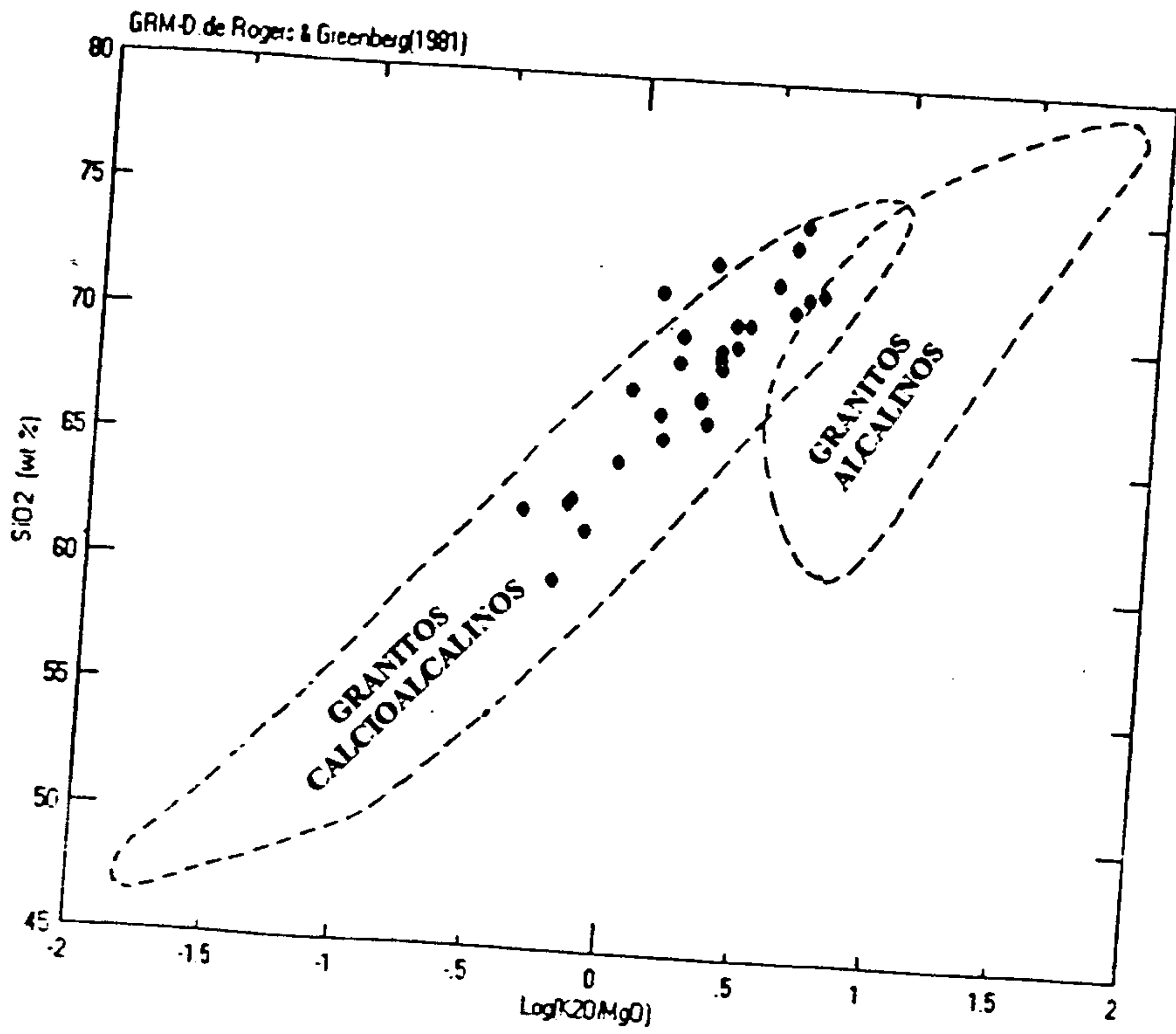


FIGURA 13. DIAGRAMA SiO₂ VERSUS (K₂O/MgO) DE ROGERS & GREENBERG (1981) APLICADO AO GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

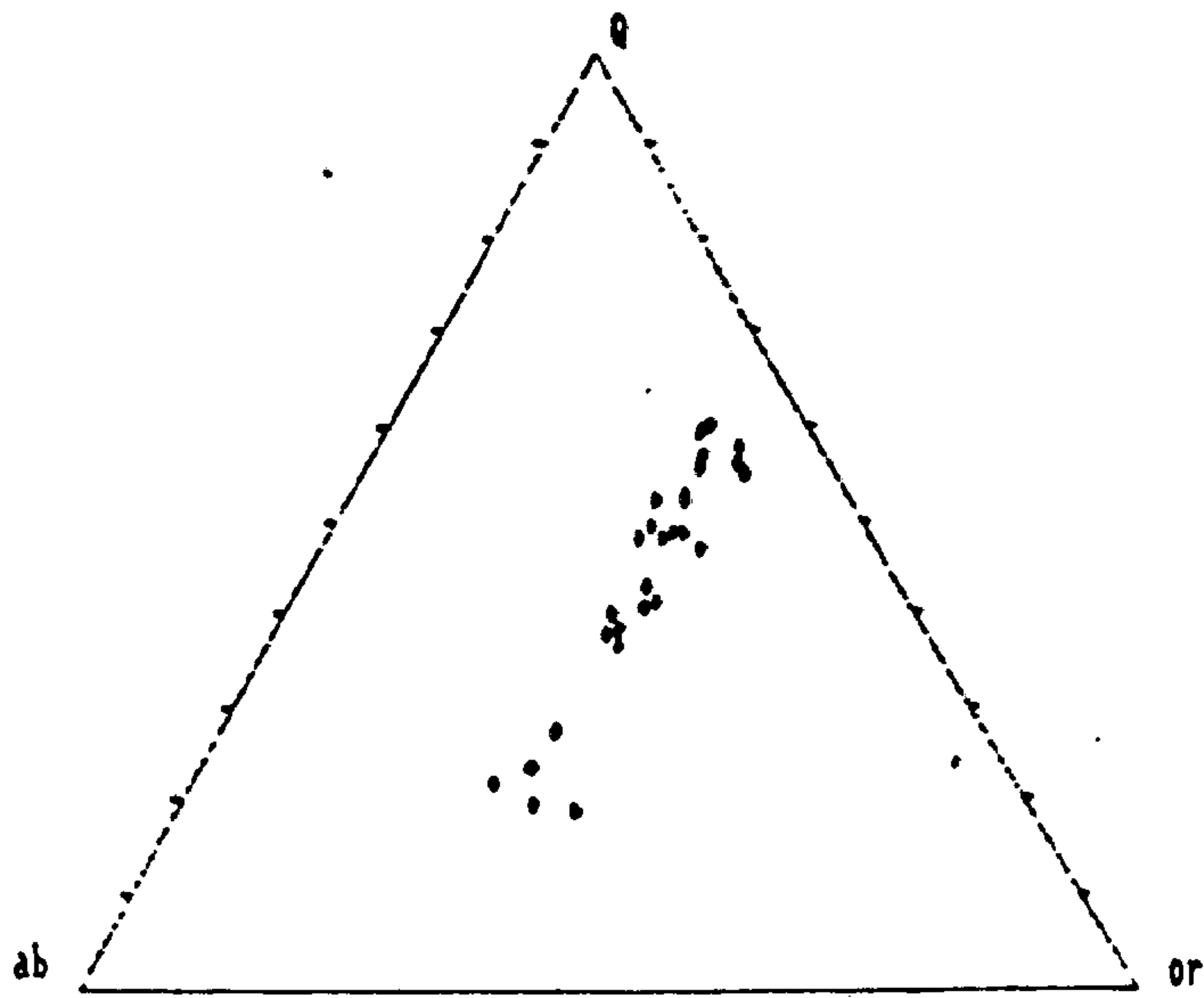


FIGURA 14. DIAGRAMA QZ-AB-OR NORMATIVOS APLICADO AO GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

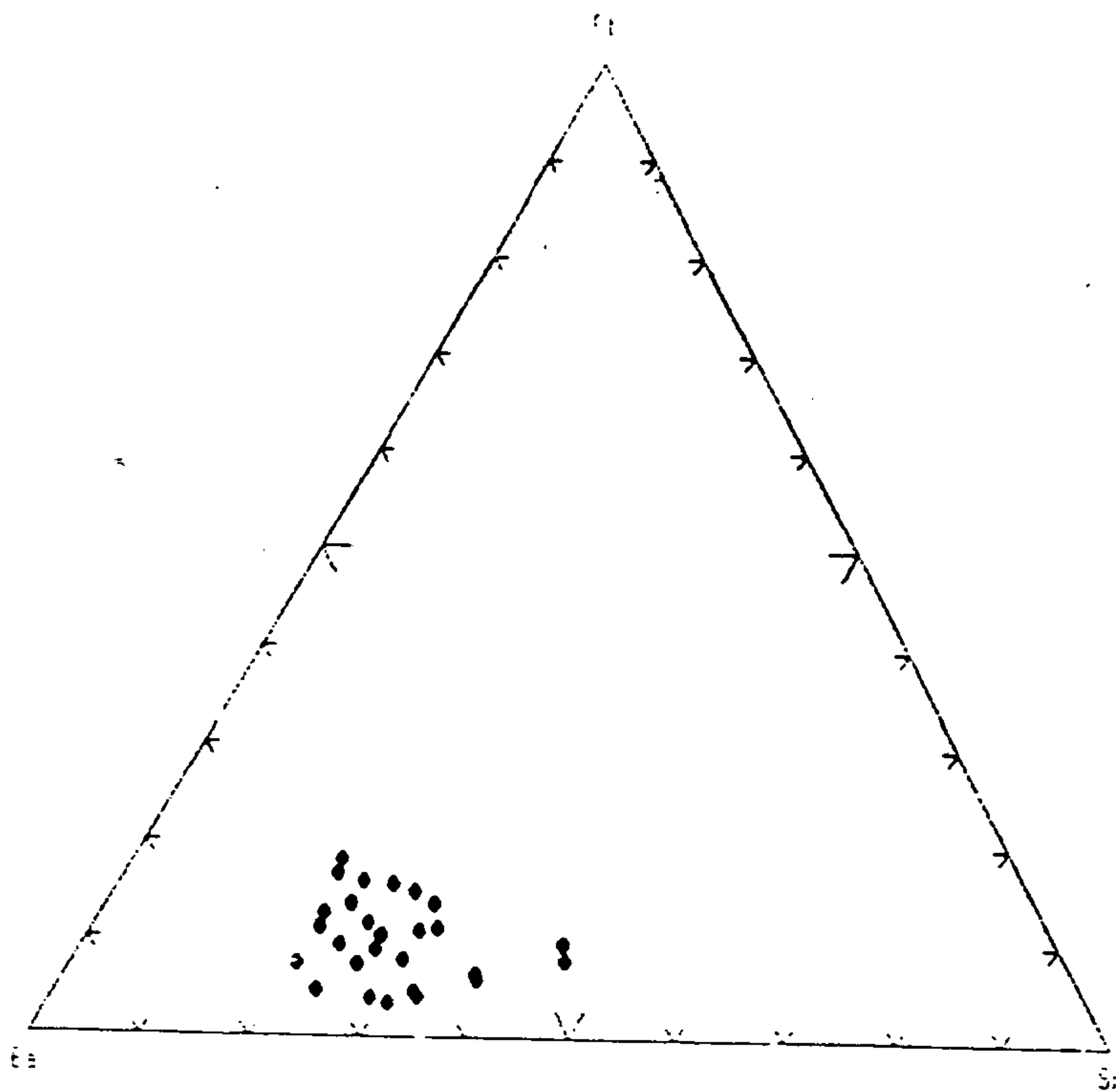


FIGURA 15. DIAGRAMA Rb-Ba-Sr DE BOUSSARY & SOKKARY (1978), APLICADO AO GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

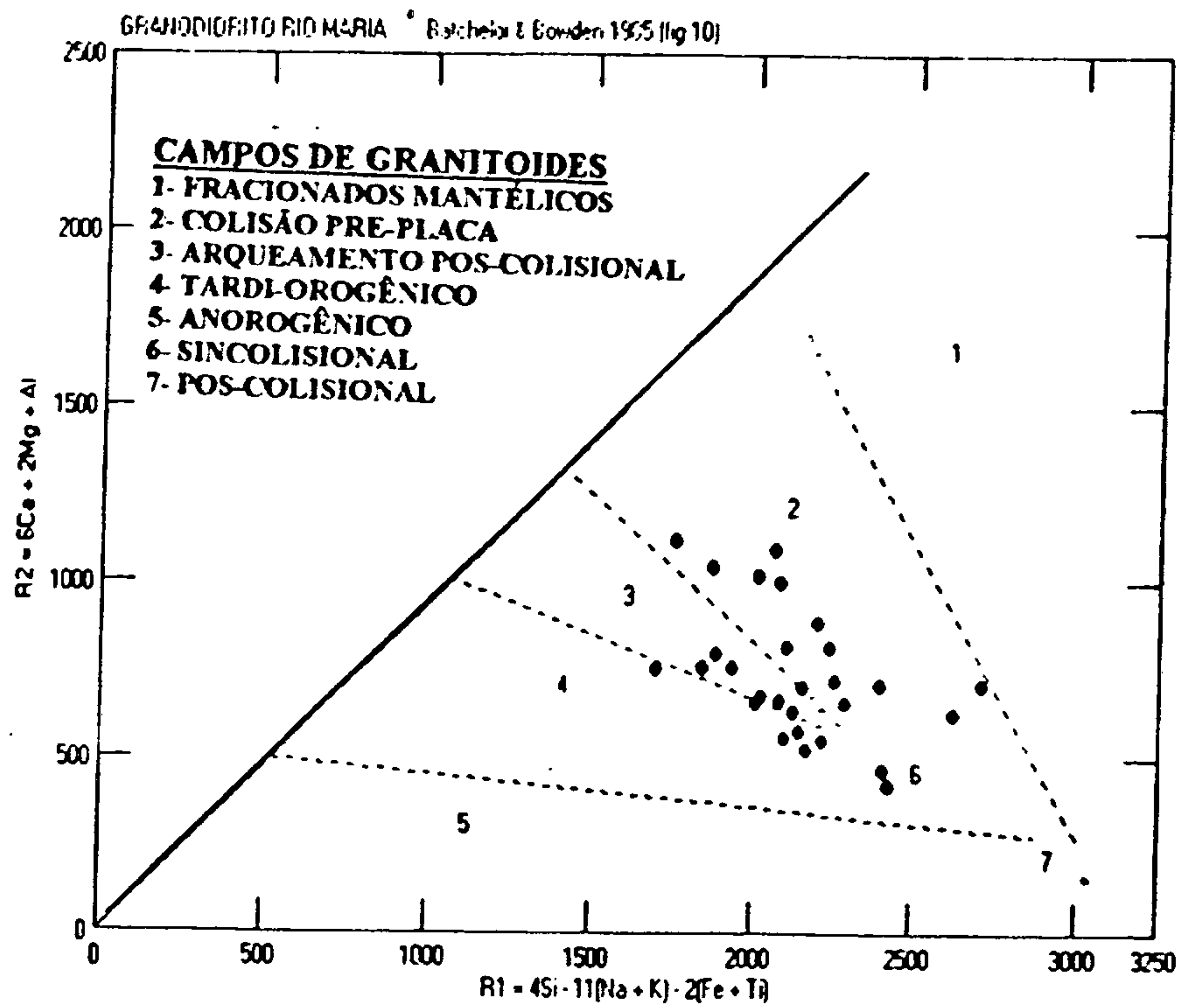


FIGURA 16. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985) APLICADO AO GRANODIORITO RIO MARIA, DA FOLHA XINGUARA.

As análises dos elementos-traço foram limitadas aqueles do tipo litófilos de grande raio iônico, como Rb, Ba e Sr (figura 15). Dentre eles predomina o Ba, com valores bem superiores ao valor médio

da crosta continental superior (550ppm, seg. TAYLOR & McLENNAN, 1985). Já os teores de Rb são, via de regra, iguais ou inferiores a essa média e os de Sr permanecem próximos a ela, observando-se um máximo de 660, um mínimo de 225ppm, e uma média de 437ppm. As maiores razões Rb/Sr são aquelas das amostras do grupo 1, ou seja, os espécimes mais diferenciados. Constata-se ainda que todos os valores dessas razões são bem maiores do que aquelas registradas no conjunto da Unidade Trondhjemito Mogno, fato que denota maior grau de diferenciação e/ou maior interação crustal do Granodiorito Rio Maria em relação ao trondhjemito. As relações K/Rb não demonstram o "trend" evolutivo dessa seqüência de rochas, provavelmente em função das alterações químicas a elas impingidas por fenômenos tectônicos como é o caso dos cisalhamentos. De qualquer forma, o conjunto dos valores dessas razões gira em torno da média da crosta continental superior (252ppm, seg. TAYLOR & McLENNAN, op. cit).

Quanto ao ambiente geotectônico de formação da unidade em pauta, verifica-se, com base na posição dos pontos das amostras no diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWDEN (1985), figura 16, que o regime de sua formação foi tipicamente compressivo, predominando granitoides de origem *colisional pre-placa* e de *arqueamento pos-colisional*. Levando-se em conta o esquema classificatório de BARBARIN (1990), os dados químicos e petrográficos da unidade em pauta apontam para um conjunto granítico de origem *mantélica* formado em zonas de subducção e transicional entre os tipos T_{1A} (toleítico de *arco de ilha*) e H_{CA} (*cálcioalcalino pobre em K e rico em Ca*), tendo este último maior interação crustal. É possível mesmo que os espécimes que integram o subgrupo A da figura 9 sejam classificados como H_{LO} (*granitoides cálcioalcalinos ricos em potássio e pobres em Ca*, gerados em zonas *tardi a pós-colisionais*).

2.3. TONALITO ARCO VERDE

Nesta unidade foram estudadas 24 (vinte e quatro amostras) com características heterogêneas tanto do ponto de vista petrográfico microscópico como químico/petroquímico. Ao microscópio foram definidos tipos *monzograníticos*, *granodioríticos*, *trondhjemíticos* e *tonalíticos*, com predomínio desses últimos, sendo todos ricos em biotita e alguns em allanita e titanita.

Essas amostras quando analisadas do ponto de vista químico formam dois grupos relativamente distintos, conforme mostra o dendrograma da figura 17. No primeiro grupo ocorrem espécimes predominantemente *tonalíticos*, e conforme os dados da tabela 3, têm percentuais de moderados a baixos de SiO_2 (66-71%), baixas razões K_2O/Na_2O , acompanhadas de percentuais altos de óxidos dos elementos ferro-magnesianos além de CaO. No segundo se agrupam as amostras *trondhjemíticas/granodioríticas* e, subordinadamente tonalíticas, mais ricas em sílica (71-78%) e potássio e pobres nos ferro-magnesianos e no CaO. No diagrama P x Q de DEBON & Le FORT (1983), figura 18, as amostras desses dois grupos estão plotadas distintamente nos campos 4 (*tonalitos/trondhjemitos*) e 3 (*adamelitos*). Das 9 (nove) amostras com valores de córdon seis pertencem ao grupo 1 e apenas 3 (tres) acham-se no grupo 2.

Os Índices de Diferenciação (ID) estão aqui compreendidos entre 62 e 76, assemelhando-se, portanto, a aqueles valores registrados para as amostras do grupo 4 (quatro) do Granodiorito Rio Maria e sendo inferiores às amostras do Trondhjemito Mogno. Constata-se também que os valores dos índices PAL (índice de alumina: A/KCN) são em sua maioria menores do que 1,1, o que corresponde a granitoides tipicamente *metaluminosos* e levemente *aluminosos*, conforme mostrado no diagrama B x A de DEBON e Le FORT (1983), figura 19. Por outro lado, no grupo 1, onde predominam os tonalitos, estes se caracterizam como "high" e "low"-alumina se considerados exclusivamente em suas relações SiO_2 e Al_2O_3 . Porém levado-se em conta os percentuais dos outros óxidos como os ferro-magnesianos, CaO e os álcalis esse grupo é mais tipicamente "high-alumina".

Nos diagramas de BROWN (1982) e ROGERS & GREENBERG (1981), respectivamente figuras 20 e 21, nota-se a transição das amostras dessa unidade entre os campos *tonalítico (arco de ilha)* e *cálcioalcalino*, havendo predomínio daqueles tonalíticos. Este fato é corroborado também no diagrama Qz-Ab-Or, figura 22, onde embora não se verifique um "trend" efetivamente tonalítico, as amostras de dispõem preferencialmente no campo da albita, próximas a linha Qz-Ab.

Os tres elementos-traço do tipo litófilos de grande raio iônico (Rb, Ba e Sr) apresentam teores bastante aleatórios, destacando-se o Rb com valores sempre muito baixos, muito embora haja a tendência dos maiores teores desse elemento e daqueles do Ba predominarem no grupo 2, como mostrado na figura 17. Por outro lado, o destaque de maiores teores de Ba entre esses

TABELA 3. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO TONALITO ARCO VERDE

	240A 1	42 2	39 3	35 4	81A 5	79 6	224 7	227 8	171 9	172 10	98 11	252 12	239 13	49 14	37A 15	93A 16	80A 17	109 18	249 19	40 20	41 21	241 22	243 23	37B 24	
SiO2	68,30	67,20	68,70	69,10	69,20	69,50	69,80	69,80	70,40	70,70	71,00	71,10	71,20	71,30	71,60	71,70	72,00	72,00	72,40	72,50	72,50	73,00	74,00	78,20	
Al2O3	17,00	15,60	14,20	15,10	16,10	14,60	15,10	15,10	16,50	15,10	14,20	15,10	15,10	15,10	14,20	14,90	14,60	14,20	14,20	14,20	14,20	14,20	13,20	11,80	
Fe2O3	2,20	2,20	2,60	2,70	1,10	2,10	2,10	2,40	1,60	1,30	2,20	2,00	1,60	1,30	0,00	1,10	1,20	2,00	1,60	1,30	1,40	1,60	1,50	1,10	
FeO	1,10	1,72	1,40	0,86	0,58	1,20	0,53	1,30	0,53	1,30	0,28	0,78	0,45	0,91	0,95	0,33	0,37	0,72	0,36	1,00	0,62	0,60	0,44	0,33	
TiO2	0,42	0,47	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,42	0,21	0,31	0,21	0,31	0,21	0,31	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,10	0,21	0,21	0,05	
MnO	0,05	0,07	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	
CaO	3,80	4,20	3,60	3,40	2,80	4,60	3,20	3,10	3,10	3,60	2,00	2,80	2,70	2,80	2,50	1,60	2,10	2,80	2,80	2,20	2,20	2,80	2,50	1,50	
MgO	0,91	1,40	1,40	1,40	0,81	0,60	0,91	0,91	0,46	0,83	0,71	0,81	0,46	1,40	0,81	0,66	0,81	0,81	0,46	0,81	0,60	0,41	0,41	0,30	
Na2O	6,20	4,50	4,10	4,60	6,50	4,60	5,40	4,60	5,10	4,80	4,90	4,70	4,90	5,00	3,80	5,00	4,90	3,80	4,60	4,50	3,90	4,60	3,80	3,80	
K2O	1,20	1,60	2,40	1,60	1,10	1,50	1,50	1,30	1,60	1,10	3,40	1,80	2,40	1,20	3,60	3,80	3,10	2,30	2,30	2,20	3,40	1,70	3,10	2,20	
P2O5	0,10	0,24	0,12	0,12	0,11	0,15	0,11	0,15	0,09	0,12	0,07	0,11	0,10	0,06	0,06	0,10	0,11	0,12	0,09	0,06	0,05	0,06	0,07	0,02	
PF	0,75	0,81	0,85	0,87	1,10	0,85	0,82	0,61	0,39	0,44	0,73	0,58	0,56	0,50	0,62	0,69	0,76	0,63	0,74	0,71	0,63	0,64	0,51	0,50	
H2O	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,10	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	
Total	99,93	100,11	99,83	100,21	99,88	99,98	99,93	99,88	100,13	99,55	99,85	100,24	99,84	100,03	98,50	100,24	100,31	99,74	99,91	99,84	99,75	99,99	99,90	99,95	
Ba	480	300	500	700	330	320	700	350	480	320	1020	720	1160	710	1160	1600	1580	800	470	460	740	710	940	490	
Sr	560	245	200	325	640	320	420	240	380	215	365	255	540	385	260	600	670	245	235	200	185	315	220	135	
Rb	46	99	238	82	41	82	39	73	64	64	174	91	48	49	116	191	99	236	172	266	158	46	106	116	
Rb/Sr	0,08	0,4	1,19	0,25	0,06	0,25	0,09	0,3	0,16	0,29	0,47	0,35	0,08	0,12	0,44	0,31	0,14	0,96	0,73	1,33	0,85	0,14	0,48	0,85	
K/Rb	314	195	121	235	323	220	463	215	301	207	235	238	628	295	374	240	377	117	161	100	259	445	352	228	
Q	17,49	24,78	27,34	27,45	20,93	28,43	25,57	30,76	27,64	31,06	25,18	30,11	27,69	29,84	29,55	24,14	26,6	34,57	31,13	32,26	31,65	33,67	34,98	44,36	
OR	7,15	9,53	14,34	9,52	6,58	8,93	8,95	7,74	9,48	6,56	20,29	10,68	14,3	7,13	21,75	22,57	18,42	13,72	13,71	13,12	20,29	10,12	18,45	13,08	
AB	52,94	38,38	35,08	39,21	55,74	39,23	46,14	39,26	43,3	39,31	41,87	39,94	41,8	42,54	32,88	42,54	41,68	32,47	39,28	38,44	33,32	39,21	32,38	32,38	
AN	15,15	17,78	13,4	15,94	11,66	14,87	12,65	14,52	14,84	17,24	6,77	13,23	12,22	13,57	11,3	7,02	8,73	13,23	11,41	10,62	10,69	13,17	9,87	7,35	
C	0	0	0	0	0	0	0	0,88	0,985	0,089	0,599	0	0,636	0	0	0	0,668	0	0,569	0,23	0	0	0,495		
MT	2,34	3,21	3,85	1,88	0,98	2,99	0,81	2,99	1,1	1,9	0,29	1,62	0,84	1,89	0	0,45	0,58	1,72	0,55	1,9	1,72	1,33	0,81	0,92	
IL	0,8	0,9	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59	0,8	0,4	0,59	0,4	0,59	0,4	0,59	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,09	
AP	0,23	0,57	0,28	0,28	0,26	0,35	0,26	0,35	0,21	0,28	0,16	0,26	0,23	0,14	0,14	0,23	0,26	0,28	0,21	0,14	0,12	0,19	0,16	0,04	
ID	70,44	63,17	62,42	66,67	76,67	67,66	71,71	70,02	70,94	70,37	67,05	70,05	69,49	72,39	62,43	66,66	66,29	67,04	70,42	70,72	64,97	72,68	67,36	76,72	
IP	0,19	0,35	0,58	0,34	0,16	0,32	0,27	0,28	0,31	0,23	0,69	0,38	0,49	0,24	0,94	0,78	0,63	0,6	0,5	0,48	0,87	0,37	0,81	0,57	
INC	6,96	8,88	9,5	7,52	4,77	6,88	6,36	6,44	3,5	5,4	5,66	5,13	3,7	6,08	4,31	3,43	4,24	5	4,19	4,76	3,65	3,58	4,09	2,24	
PAL	0,942	0,93	0,894	0,976	0,949	0,832	0,925	1,034	1,047	0,987	0,924	1,023	0,97	1,033	0,967	0,977	0,959	1,027	0,938	1,03	1,008	0,98	0,933	1,039	
MgN																									
PALK	0,676	0,585	0,656	0,616	0,738	0,629	0,696	0,594	0,613	0,58	0,827	0,641	0,706	0,631	0,714	0,628	0,762	0,615	0,706	0,669	0,711	0,662	0,728	0,731	

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA: BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO LEUCOCRÁTICO (12); BIOTITA GNAISSE TONALÍTICO (1,2,3,4,5,6,7,9,10,14,15,17,18,22)

BIOTITA GNAISSE GRANODIORÍTICO(19,20,21); BIOTITA GNAISSE TRONDHJEMÍTICO(13,23,24); BIOTITA MONZOGRANITO ROSEO LEUCOCRÁTICO RICO EM ALLANITA (16);

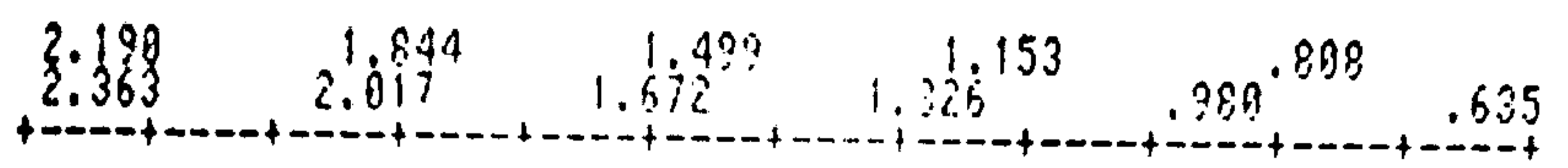
BIOTITA MONZOGRANITO RICO EM TITANITA (11).

ID- ÍNDICE DE DIFERENCIAÇÃO DE THORTON E TUTTLE (1980): $(q+ab+or+ne+tp+lc)$; IP- ÍNDICE PETROGENÉTICO DE ENGEL (1974): $K2O/Na2O$

PAL- PARAMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND(1982): $Al/(K+Na+Ca)$ MOL; PALK- ÍNDICE DE PERALCALINIDADE: MOL $(K2O+Na2O)$ /MOL $Al2O3$

INC- ÍNDICE NORMATIVO DE COLORAÇÃO DE IRVINE ~& BARAGAR(1972): $(M+Il+Hm+Di+Sp)$

TODAS AS AMOSTRAS TEM SIGLA "AT"



GRUPO 1

GRUPO 2

AMOSTRAS (SIGLA/CLASSIFICACAO)	SiO2	IP	CaO	MgO	Ba	Sr	Rb
AT-35 - BI-6N TONALITICO	68,78	0,35	3,48	1,48	788	325	82
AT-39 - " " "	68,78	0,58	3,68	1,48	568	288	238
AT-224 - " " "	69,88	0,28	3,28	0,91	788	428	39
AT-248A - " " "	66,38	0,19	3,68	0,91	488	568	46
AT-171 - " " "	78,48	0,31	3,18	0,46	488	388	64
AT-252 - BI-6N GRND LEUCOCRATICO	71,18	0,38	2,88	0,81	728	255	91
AT-189 - BI-6N TONALITICO	72,88	0,68	2,88	0,81	888	245	236
AT-172 - " " "	78,78	0,24	3,68	0,83	328	215	64
AT-49 - " " "	71,38	0,24	2,88	1,48	718	385	49
AT-227 -	69,68	0,28	3,18	0,91	388	248	73
AT-79 - BI-6N TONALITICO	69,58	0,33	4,68	0,68	328	328	82
AT-81A - " " "	69,28	0,17	2,88	0,81	338	648	41
AT-42 - " " "	67,28	0,35	4,28	1,48	388	245	99
AT-239 - BI-6N TRODHJEMITICO	71,28	0,49	2,78	0,46	1168	548	46
AT-241 - BI-6N TONALITICO	73,88	0,37	2,88	0,41	718	315	46
AT-249 - BI-6N GRANODIORITICO	72,48	0,58	2,88	0,46	478	235	172
AT-243 - BI-6N TRONDHJEMITICO	74,88	1,88	2,58	0,41	948	228	186
AT-48 - BI-6N GRANODIORITICO	72,58	0,43	2,28	0,81	468	288	266
AT-41 - " " "	72,58	0,87	2,28	0,68	748	185	158
AT-93A - BI MONZOGANITO (ALLANITA)	71,78	0,76	1,68	0,66	1688	688	191
AT-88A - BI-6N TONALITICO	72,88	0,63	2,18	0,81	1588	678	99
AT-96 - BI MONZOGANITO (TITANITA)	71,88	0,78	2,88	0,71	1828	365	174
AT-378 - BI-6N TRONDHJEMITICO	78,28	0,58	1,58	0,38	498	135	116
AT-37A - BI-6N TONALITICO	71,68	0,94	2,58	0,81	1168	268	116

FIGURA 17. DENDROGRAMA BASEADO NOS PERCENTUAIS DOS OXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES E COM APRESENTACAO DOS ELEMENTOS TRACO LITOFILOS ANALISADOS NO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTANCIA EUCLIDEANA SAO USADOS COMO PARAMETROS DE SIMILARIDADE.

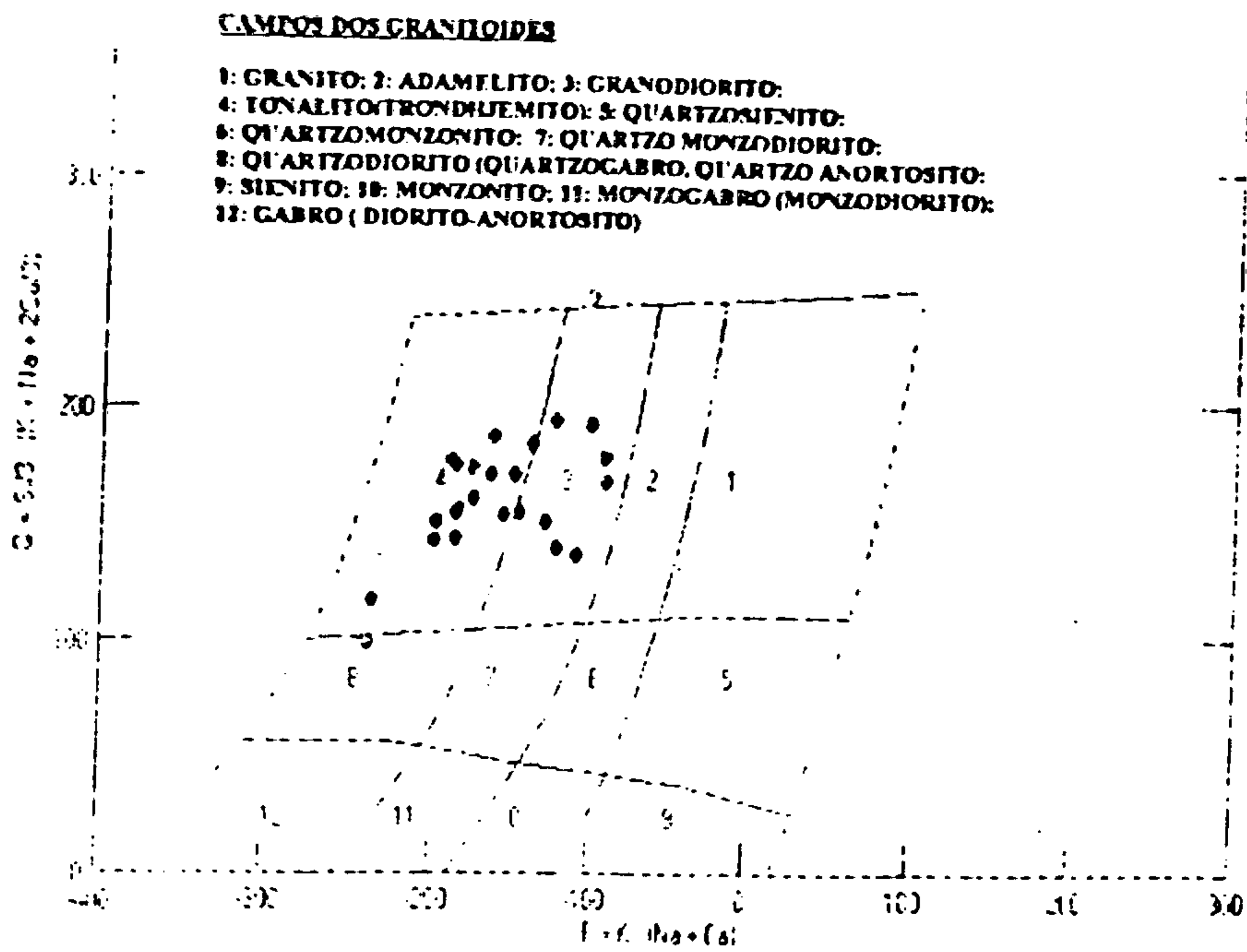


FIGURA 18. DIAGRAMA P x Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

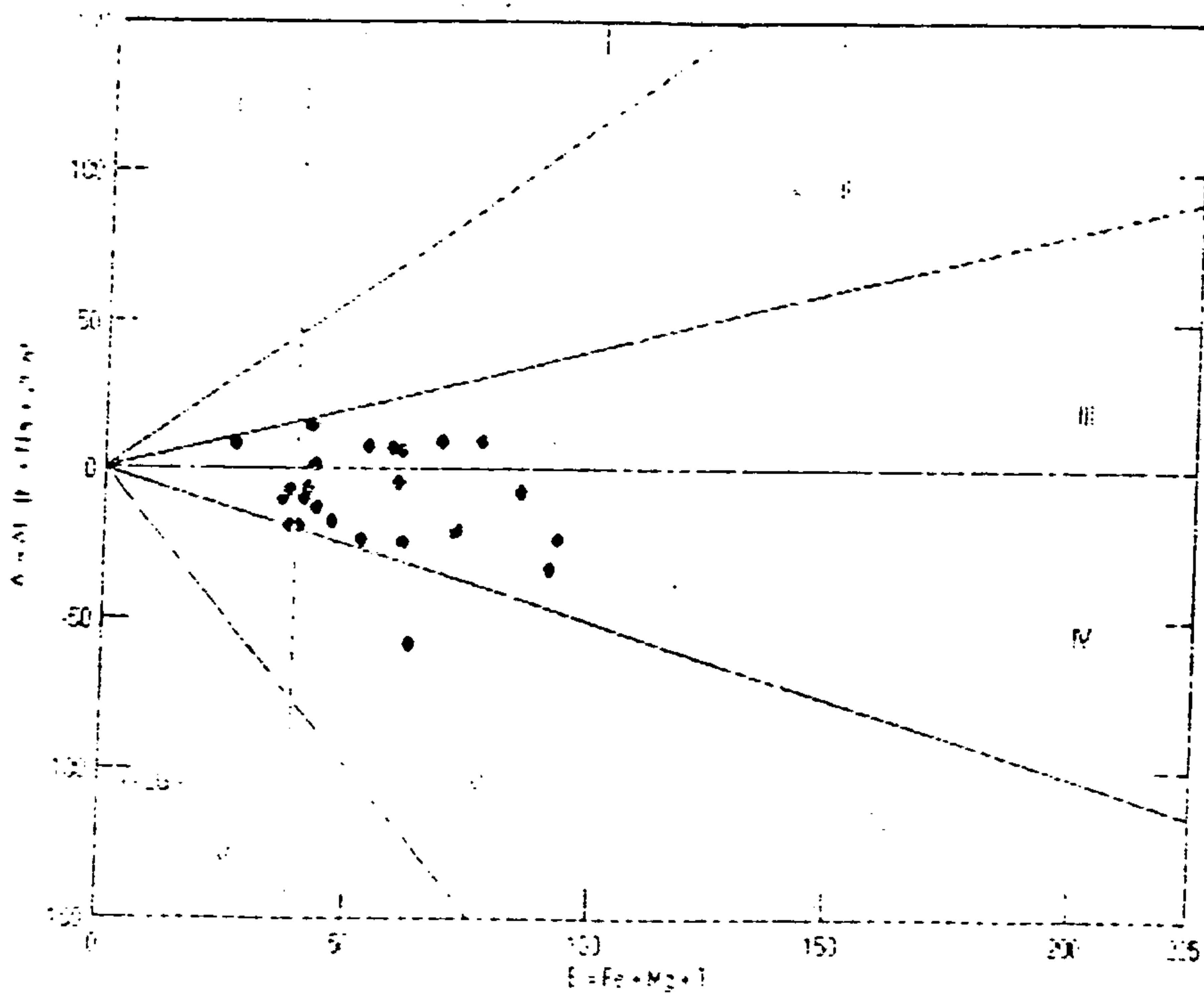


FIGURA 19. DIAGRAMA B x A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA O TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

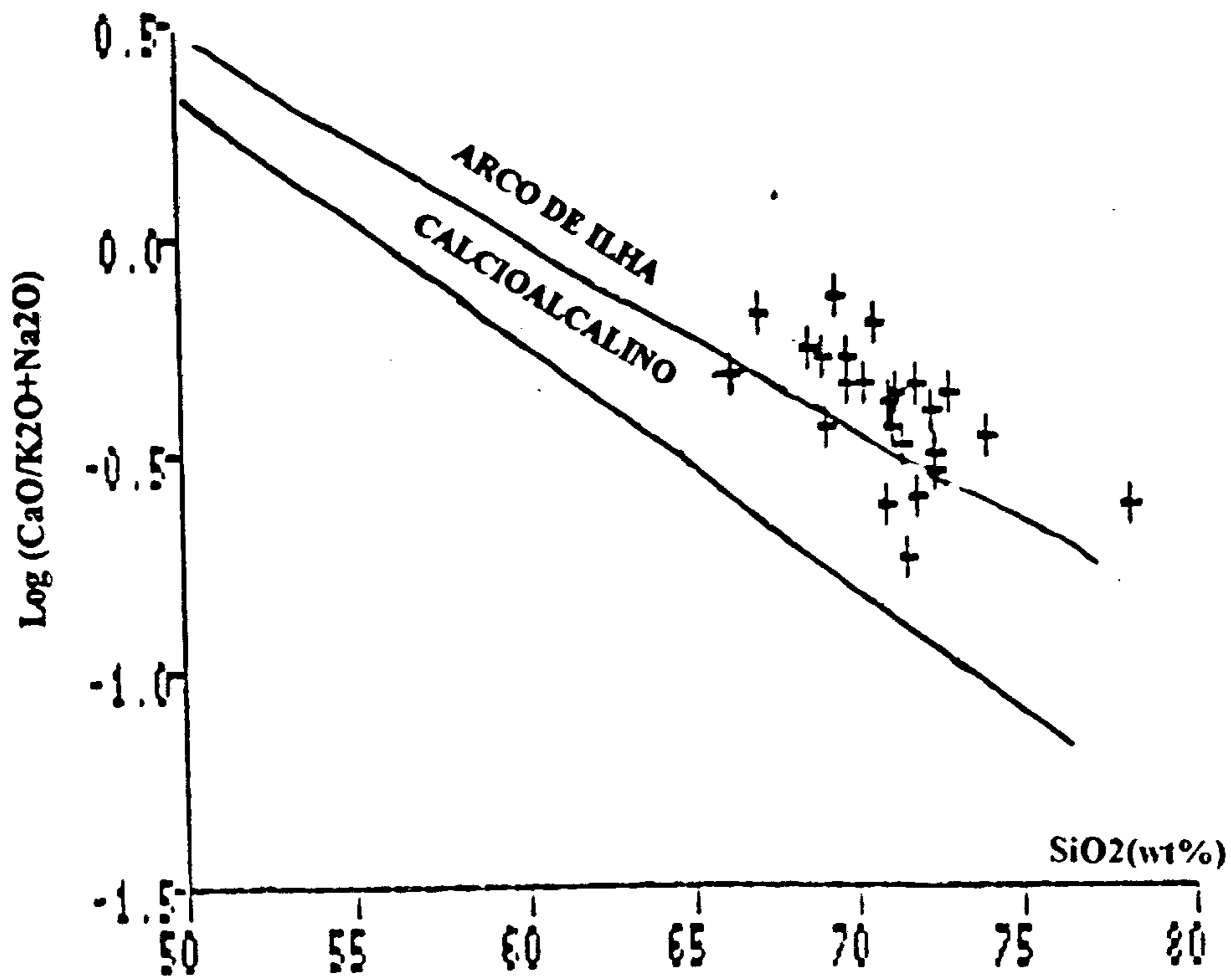


FIGURA 20. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{CaO}/\text{ALCALIS}$ DE BROWN (1982) APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

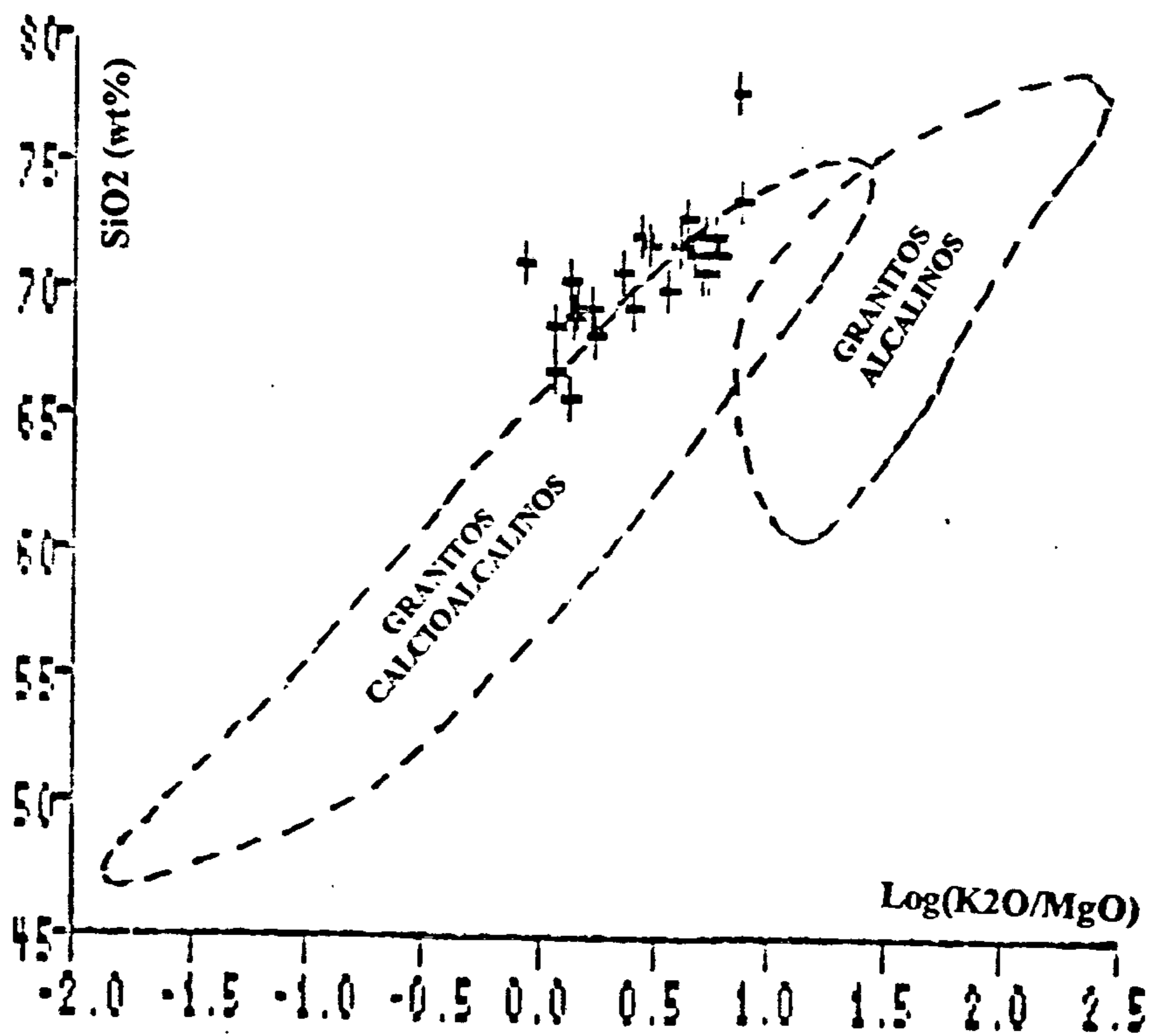


FIGURA 21. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$ DE ROGERS & GREENBERG (1981) APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

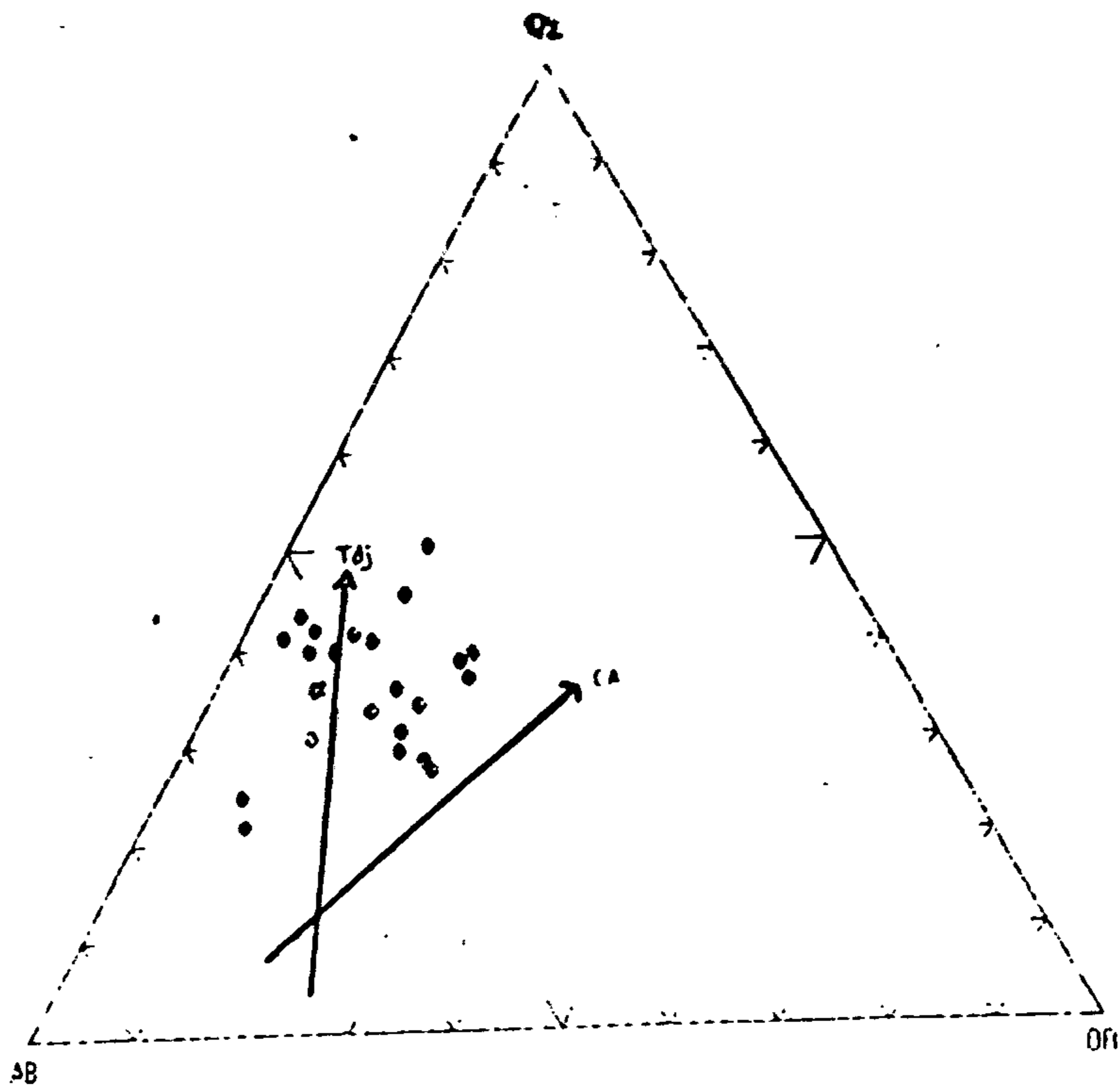


FIGURA 22. DIAGRAMA QZ-AB-OR NORMATIVOS APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

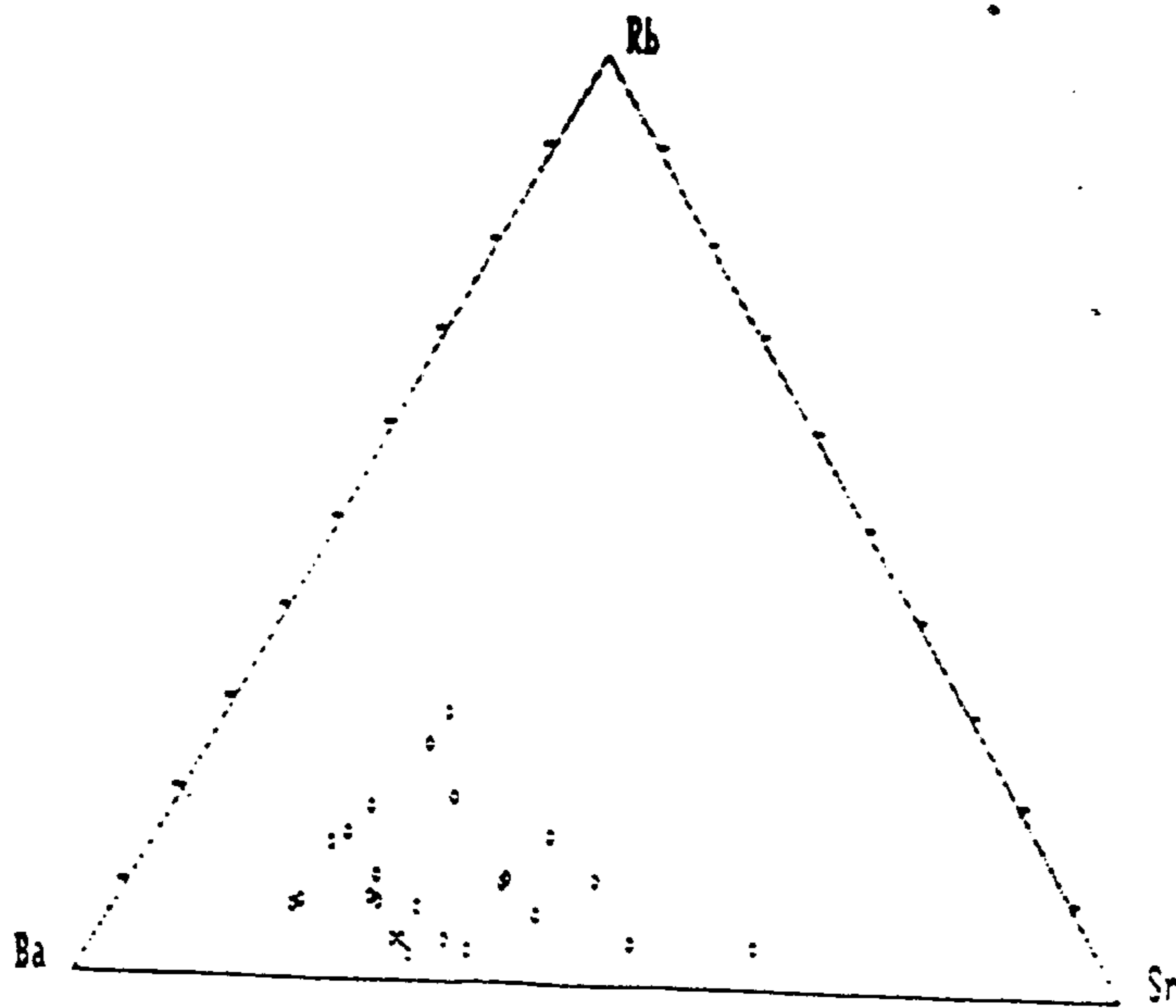


FIGURA 23. DIAGRAMA Rb-Ba-Sr DE BOUSSARY & SOKKARY (1978), APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

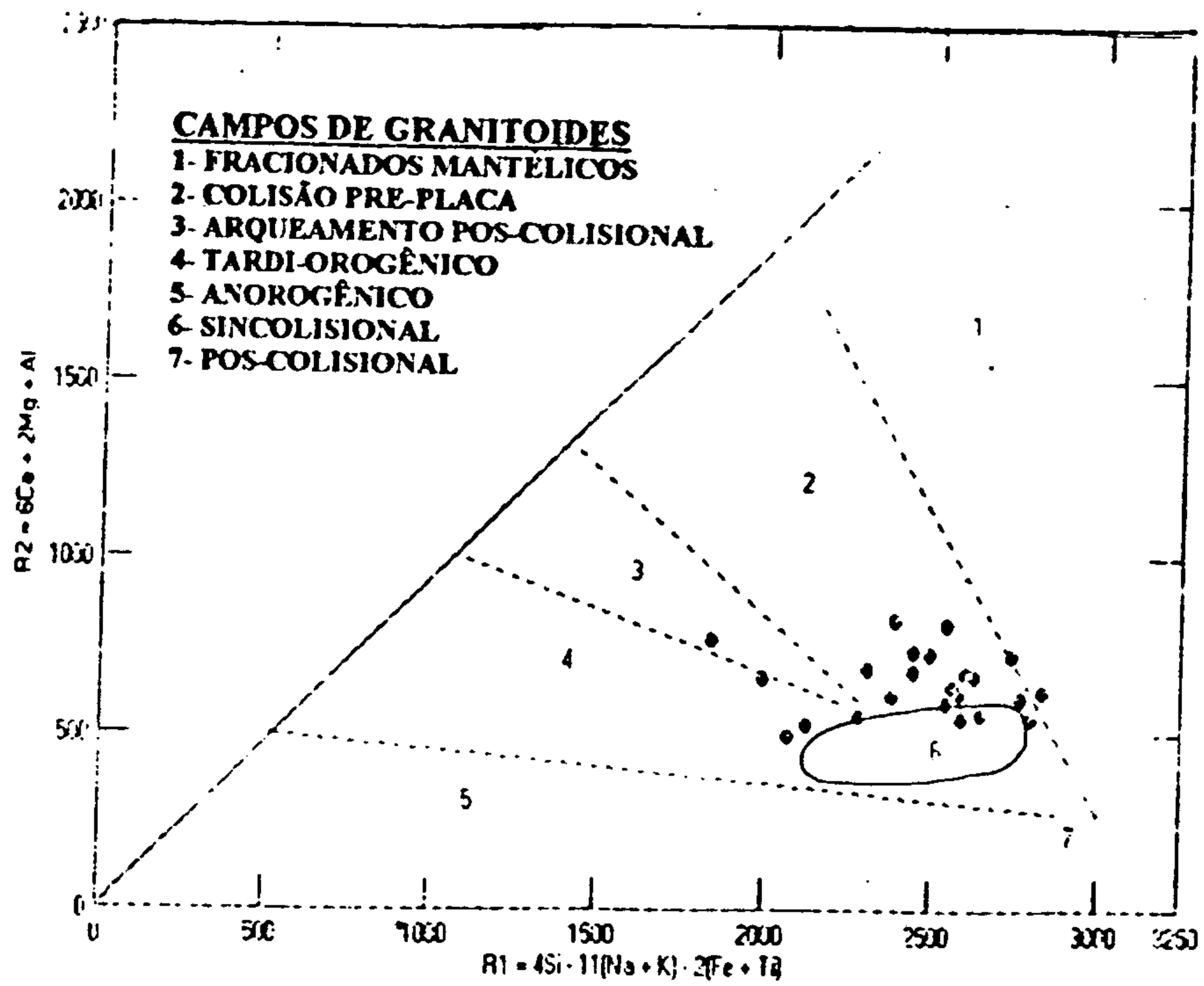


FIGURA 24. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985) APLICADO AO TONALITO ARCO VERDE, DA FOLHA XINGUARA.

elementos está bem caracterizado no diagrama Ba-Rb-Sr, figura 23. As relações Rb/Sr embora apresentem valores extremamente baixos nas amostras AT-214A, AT-81A, AT-224 e AT-239, nas demais restantes eles são altos e denotam alto grau de diferenciação ou interação crustal e se assemelham a aqueles do Granodiorito Rio Maria. As razões K/Rb são mais próximas da média da crosta continental superior (252ppm), tendo-se quase a metade das amostras com valores acima dessa média, o que denota menor grau de diferenciação.

Do ponto de vista geotectônico o diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWDEN (1985), figura 24, indica que as rochas aqui analisadas ter-se-iam formado sobretudo em ambiente *compressivo* tipo *colisional pre-placa*. Por outro lado, os dados químicos até então analisados bem como a associação dos tipos petrográficos descritos ao microscópio, são característicos de granitoides arqueanos do tipo TTG. Levando-se em conta a classificação de BARABRIN (1990), os dados químicos aqui arrolados para essa unidade apontam para granitoides *orogênicos* de origem *mantélica* ou *mista (crustal + mantélica)*, transicional entre os tipos *T_{OR}* e *H_{CA}*, ou seja variando entre zonas de *subducção* e *tardi/pós-colisionais*.

2.4. MONZOGRANITO XINGUARA

As 34 (trinta e quatro) amostras utilizadas nos estudos litogeoquímicos dessa unidade, diferentemente dos litótipos até então analisados, são *granitos* em essência e, apenas subordinadamente, tonalitos e granodioritos.

Entretanto, do ponto de vista químico, utilizando-se os dados da tabela 4, pode-se distinguir, conforme mostrado na figura 25, pelo menos 4 (quatro) grupos ou fácies graníticas nos litótipos dessa unidade. *O primeiro grupo* engloba espécimes essencialmente graníticas, ricas em sílica e potássio e com altos ID (índice de diferenciação). Observa-se

ainda no ramo inferior desse grupo um conjunto de quatro amostras com percentuais de SiO₂ e valores de IP (índice petrogenético) ligeiramente mais baixos. Admite-se, então que nesse grupo ocorrem as fácies *graníticas e granodioríticas mais evoluídas*, correspondendo aos termos classificados ao microscópio como monzogranitos leucocráticos de toda a unidade em pauta. *O grupo 2* engloba ainda um fácies *granítico bem evoluído*, porém com percentuais mais baixos de SiO₂ em relação ao grupo anterior. *No grupo 3* estão os espécimes tipicamente *granodioríticos*, caracterizados por percentuais mais baixos de SiO₂, moderados valores de ID e, IP sempre inferiores a 1, o que equivale a rochas mais sódicas. Trata-se também de rochas mais ricas em CaO e elementos ferro-magnesianos. Finalmente, *o grupo 4*, o menos expressivo da unidade, já que a ele estão integradas apenas três amostras, é caracterizado pelos mais baixos percentuais de SiO₂ e de ID além de terem um forte tendência *meso a melanocrática*, detectada pelos altos valores de INC (índice normativo de coloração). Estas características aliadas, aos valores de IP, que na amostra AT-174 chega a 1,11, nos leva a admitir que se trata de um grupo de rochas do tipo *monzodiorítico*.

O diagrama P x Q de DEBON & Le FORT (1983), figura 26, mostra coerentemente distribuição dos espécimes analisados ao longo dos campos 4, 3, 2 e 1 ou seja, variando de *tonalitos a granitos* bem evoluídos, passando pelos campos dos granodioritos e dos adamelitos. Embora a maioria das amostras sejam ainda do tipo *metaluminoso*, como se verifica na figura 27 (diagrama B x A de DEBON e Le FORT (1983), já ocorrem associados tipos *peraluminoso e leucocrático*. O conjunto das amostras dessa unidade corresponde a uma associação tipicamente *cafêmica*, subtipo *subalcalino (monzonítico), meso e leucocrático*. Equivalem provavelmente aos "*granites rouges*" de DIDIER & LAMEYRE (1972; apud DEBON & Le FORT, 1983). Essa característica monzonítica (subalcalina) aparece nas figuras 28 e 29, equivalentes, respectivamente, aos diagramas de BROWN (1982) e ROGERS & GRENNBERG (1981).

No diagrama Qz-Ab-Or, figura 30, nota-se a evolução do conjunto de rochas para a área do ponto de mínimo eutético e a participação marcante do potássio na formação de ortoclásio.

Quanto aos elementos-traço observa-se o forte enriquecimento nos elementos litófilos de grande raio iônico, com destaque para o Ba e o Rb. As razões Rb/Sr são variáveis de acordo com os quatro grupos identificados na figura 25, onde nos espécimes do grupo 1 ocorrem os maiores valores que chegam a um máximo de 11,98. A exceção das amostras do grupo 4 (AT-174, JI-34 e JI-36) e a AT-45 do grupo 3, as demais se caracterizam por valores sempre altos. O Rb, de acordo com a posição dos pontos no diagrama Ba-Rb-Sr de BOUSSELY & SOKKARY (1973), figura 31, chega a teores típicos de granitos altamente evoluídos, fato também corroborado pelos valores das razões K/Rb. Aqui, novamente os teores dos elementos-traço guardam características peculiares aos quatro grupos de rochas definidos a partir dos óxidos dos elementos maiores. Destacam-se

TABELA 4. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO MONZOGRANITO XINGUARA.
(FOLHA XINGUARA)

	154*	24R#	02#	04#	07A*	111A*	212A*	218C*	257*	33#	02*	04#	112*	216B*	08*	12#	189A*	128*	81B*	110*	255*	03*	29A*	28C*	11*	87*	43B*	45*	37#	03#	45#	174*	34#	36#
	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	26	27	28	29	30	31	32	33	34
SiO2	74,1	73,9	74	74,1	75,1	75,7	74,8	76	73,8	73,8	73,8	74,1	73,4	72,6	72,4	71,8	72,9	78,8	72,3	72,3	72,7	72,4	72,4	72,7	72,7	71,5	71,6	71,2	71,7	70,4	73,4	68,8	67,9	69,3
Al2O3	13,2	13,2	13,2	12,3	12,8	11,8	13,2	13,2	14,2	13,2	12,3	13,2	14,2	14,2	13,2	13,7	14,2	11,3	14,2	14,6	14,2	13,7	13,2	13,2	13,7	14,2	14,2	14,6	15,1	15,1	13,2	14,2	14,2	14,2
Fe2O3	1,4	1,8	1,8	1,9	1,4	1,3	1	1,2	1,2	1,8	1,8	1,4	1,4	1,9	1,9	2,2	0,84	1,6	1,4	1,2	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,2	1,9	1,3	2,6	2,7	2,6
FeO	0,72	0,33	0,1	0,1	0,09	0,14	0,08	0,1	0,1	0,2	0,3	0,33	0,14	0,1	0,48	0,53	0,14	0,36	0,19	0,22	0,29	0,3	0,2	0,3	0,33	0,28	0,1	0,2	0,62	0,62	0,26	0,78	0,7	0,53
TiO2	0,1	0,1	0,21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,21	0,31	0,21	0,1	0,1	0,21	0,21	0,1	0,1	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,31	0,31	0,31
MnO	0,06	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	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CaO	1,3	1,4	0,98	1,4	1,3	1,4	1,4	0,98	1,5	2	1,5	2,1	1,3	1,1	1,4	1,8	0,84	1	2,1	2	1,7	2	2	2	2	2,2	1,7	2	2,5	2,2	2,8	3,1	3,2	4,3
MgO	0,25	0,6	0,7	0,4	0,1	0,4	0,5	0,08	0,33	0,5	0,9	0,6	0,12	0,17	0,8	0,7	0,4	0,12	0,17	0,6	0,41	0,8	0,6	1	0,9	0,6	0,6	0,8	0,25	0,79	0,8	1,6	2,3	0,9
Nb2O5	3,2	3,2	3,2	3,5	3,1	3,2	4,1	3,8	4,1	3,8	4,6	4,6	3,5	3,2	3	3,5	2,7	2,8	4,6	4,1	4,3	4,3	4,6	4,5	4,9	4,9	4,6	4,6	5,1	5,3	3,5	4,8	4,3	
K2O	6	5	5,8	5,2	5	5,1	3,9	4,1	3,8	3,9	3,4	2,9	3,1	5,8	5,8	4,8	7,3	5	3,8	3,8	3,8	3,4	3,4	3,4	3,4	2,9	3,9	3,8	2,8	1,6	3,8	3	1,9	
P2O5	0,06	0,07	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,07	0,06	0,09	0,03	0,06	0,07	0,07	0,12	0,04	0,04	0,06	0,05	0,09	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,06	0,09	0,09	0,13	0,05	0,11	0,18	0,12
PF	0,55	0,55	0,42	0,65	0,46	0,64	0,42	0,44	0,64	0,72	0,73	0,46	0,78	0,6	0,73	0,72	0,36	0,88	1	0,87	0,7	0,66	1,1	1,1	0,79	0,99	0,94	0,67	0,99	0,78	0,7	0,98	0,9	1,1
H2O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,12	0,12	0,1	0,11	0,1	0,1	0,12	0,11	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Total	89,55	100,3	100,4	99,87	99,65	99,99	99,69	100,2	99,91	99,94	99,89	100,1	100,3	100	100,2	100	99,98	100,2	99,98	100,1	99,72	99,6	99,54	100,1	99,97	99,77	99,98	99,92	100,2	99,78	99,77	100	100,1	99,71
Be	700	700	750	700	500	600	1000	80	890	1700	1050	760	980	470	800	2150	1040	1440	1600	520	1160	1100	900	900	500	1500	1000	1900	1480	1040	900	700	650	700
Br	145	100	180	125	140	110	265	40	325	300	400	300	150	100	200	400	150	230	440	185	415	300	350	340	220	480	380	500	450	700	390	275	550	480
Rb	362	283	313	353	270	333	131	479	254	99	183	149	317	524	241	158	452	186	107	199	195	233	241	238	219	87	233	183	107	164	32	73	118	68
Rb/Sr	2,50	2,83	1,99	2,82	1,93	3,03	0,49	11,98	0,78	0,33	0,46	0,50	2,11	5,24	1,21	0,40	3,01	0,81	0,24	1,08	0,45	0,78	0,69	0,69	0,98	0,14	0,81	0,37	0,24	0,23	0,08	0,27	0,71	0,14
K/Rb	189	213	216	177	273	184	359	103	171	478	224	234	194	133	290	389	195	324	405	230	254	188	170	174	159	521	202	237	315	213	602	844	312	347
Q	34,2	33,51	32,09	32,73	35,85	35,88	33,54	36,38	33,48	33,23	32,78	31,14	29,88	30,43	28,88	27,74	39,97	28,34	30,06	29,73	30,34	29,98	30,63	30,24	28,27	27,31	25,6	29,42	25,88	32,28	23,42	20,88	28,56	
OR	29,88	29,88	33,12	31,01	29,82	30,37	34,24	24,32	21,48	23,25	20,33	17,22	30,32	34,53	34,52	28,81	43,36	29,79	21,52	22,65	23,3	21,52	20,43	20,33	18,7	17,36	23,29	21,48	16,69	17,33	8,58	23,31	17,8	11,41
AB	27,37	27,17	27,1	29,88	26,47	27,28	34,98	32,28	34,98	32,43	38,37	38,1	29,8	27,27	25,56	29,88	22,95	23,88	38,36	34,99	39,78	38,81	39,57	38,51	41,84	42	39,33	41,81	39,26	43,64	45,31	29,95	30,3	39,96
AN	5,99	6,51	4,47	2,52	6,17	2,79	6,14	4,61	7,04	7,5	2,9	6,84	6,09	5,03	5,46	7,56	3,92	3,52	7,55	9,67	7,83	7,53	5,42	5,85	7,19	8,29	8,65	7,27	11,81	9,88	7,66	11,65	8,32	14,08
C	0,36	0,15	0,24	0	0,05	0	0	0,83	1,01	0	0	0	0,71	0,83	0	0	0,43	0	0	0,23	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HY	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WO	0	0	0	1,68	0	1,59	0,24	0	0	0,87	1,68	1,43	0	0	0,44	0	0	0,9	1,08	0	0	0,85	1,72	1,5	0,93	0,95	0,49	0,89	0	0,13	2,55	0	0	0
MT	0,59	1,52	0,14	1,07	0,16	0,32	0,13	0,19	0	0,2	0,23	0,62	0,12	1,07	1,06	2,5	0,32	1,04	0,17	0,26	0,19	0,53	0,2	0,53	0,62	0,49	0	0,2	1,56	2,13	0,39	2,51	2,65	2,99
IL	0,19	0,19	0,4	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,32	0,4	0,59	0,4	0,19	0,19	0,4	0,4	0,19	0,19	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
HN	1,01	0,53	1,61	0,87	1,3	1,08	0,91	1,07	1,21	1,47	1,45	0,98	1,18	0,87	0,87	0	0,62	0,89	1,3	1,02	0,84	1,05	1,28	1,05	0,68	1,3	1,51	1,37	0,13	0,26	1,04	0	0	0
AP	0,19	0,18	0,14	0,16	0,12	0,14	0,09	0,09	0,16	0,14	0,21	0,07	0,14	0,16	0,16	0,26	0,09	0,09	0,14	0,12	0,21	0,17	0,19	0,21	0,21	0,16	0,18	0,21	0,21	0,31	0,12	0,29	0,38	0,29
ID	91,48	90,34	92,33	93,13	91,94	93,5	91,8	92,96	89,92	89,92	92,04	89,01	91,27	91,69	90,51	87,14	94,06	93,66	89,22	87,71	89,81	88,69	89,99	89,48	88,78	87,83	89,94	88,67	85,38	88,65	87,13	78,68	78,09	78,93
IP	1,58	1,58	1,75	1,48	1,61	1,59	0,95	1,08	0,87	1,02	0,74	0,83	1,45	1,61	1,93	1,37	2,7	1,78	0,78	0,92	0,9	0,83	0,74	0,75	0,57	0,59	0,84	0,73	0,8	0,59	0,3	1,11	0,85	0,44
INC	1,79	2,27	2,15	2,14	1,65	1,6	1,24	1,45	1,53	2,08	2,28	2	1,7	2,13	2,84	5,04	1,13	2,13	1,87	1,69	1,94	1,98	1,89	1,98	2	2,17	1,83	1,97	2,1	2,79	1,84	8,42	12,2	8,74
PAL	1,01	1	1,01	0,88	0,99	0,88	0,97	1,06	1,06	0,93	0,88	0,91	1,04	1,05	0,96	0,98	1,02	0,95	0,93	1,01	0,98	0,94	0,88	0,89										

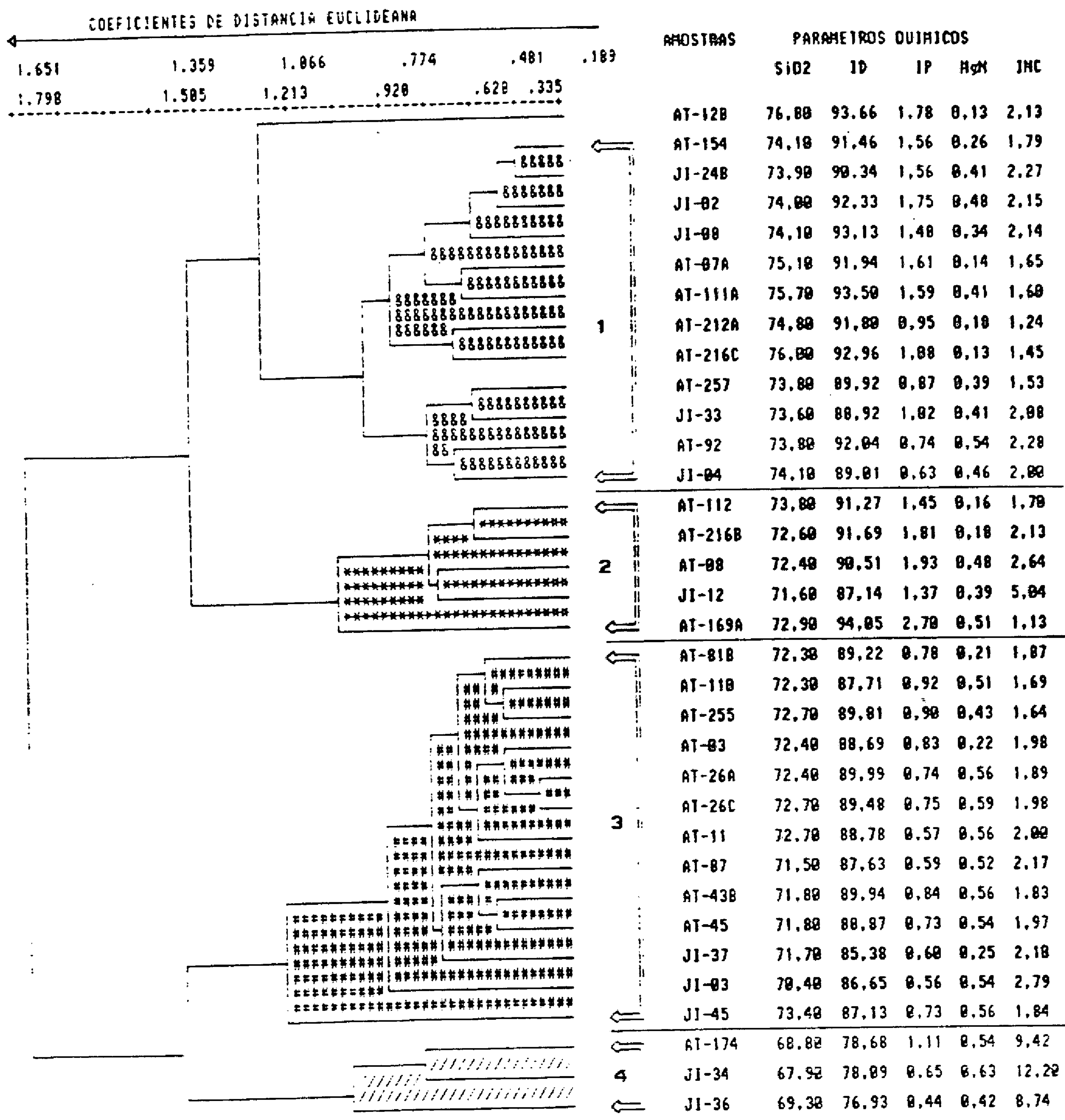


FIGURA 2c - DENDROGRAMA BASEADO NOS PERCENTUAIS DE SILICA E NOS PARAMETROS QUIMICOS DO MONZOGRAFITO XINGUARA, DA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTANCIA EUCLIDEANA SAO USADOS COMO PARAMETROS DE SIMILARIDADE.

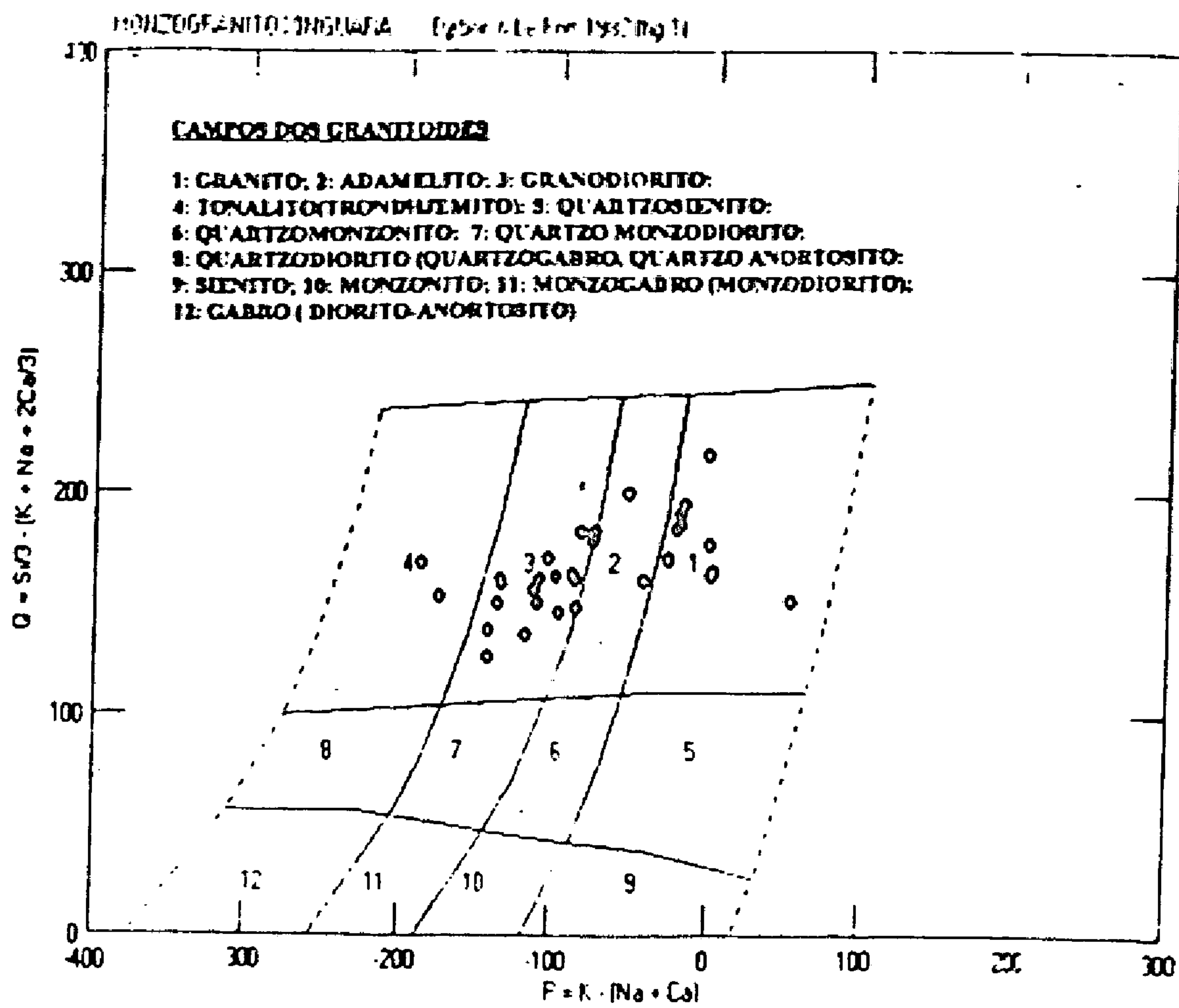


FIGURA 26. DIAGRAMA P x Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O MONZOGRANITO XINGUARA, FOLHA XINGUARA

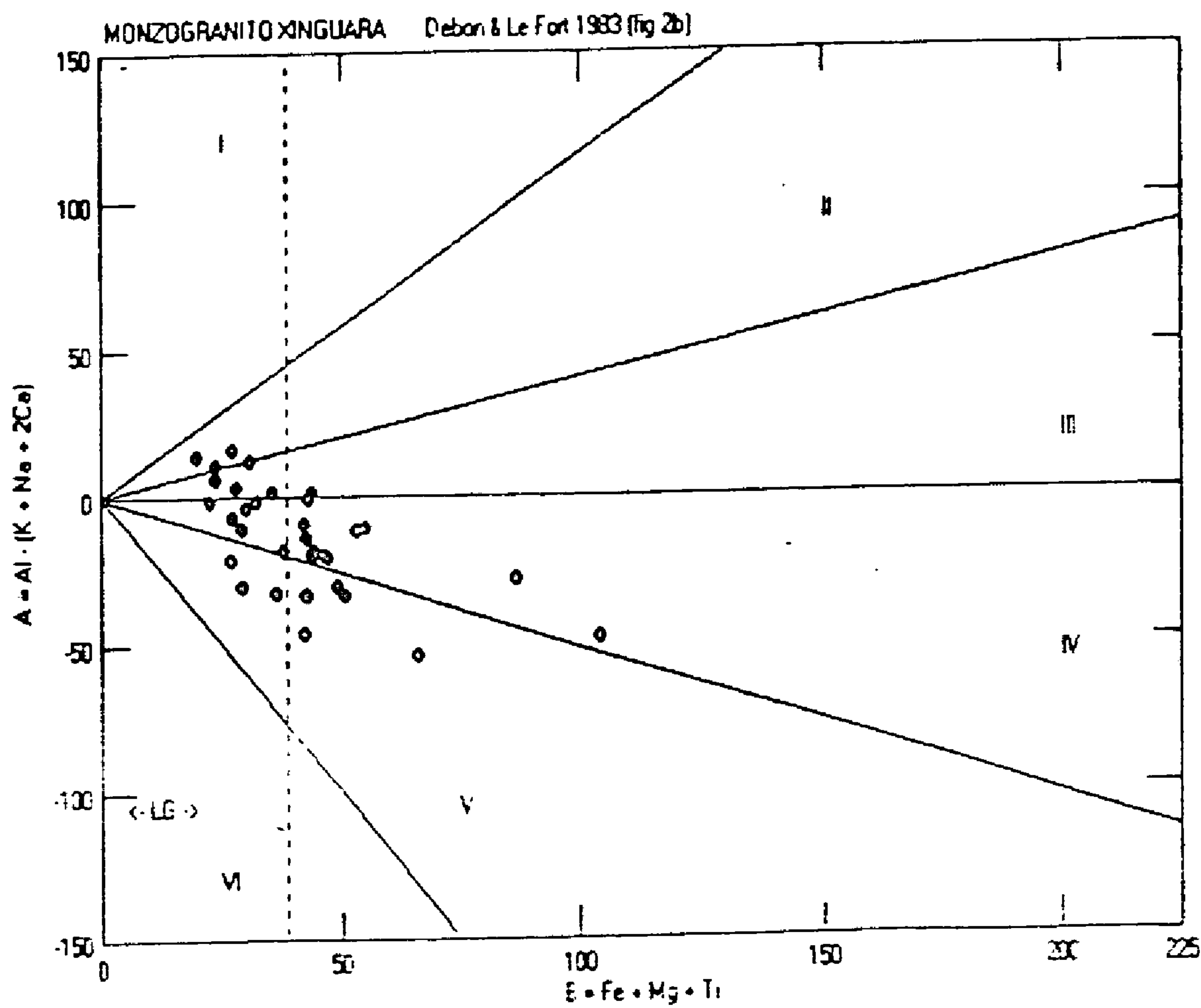


FIGURA 27. DIAGRAMA B x A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA O MONZOGRANITO XINGUARA, FOLHA XINGUARA

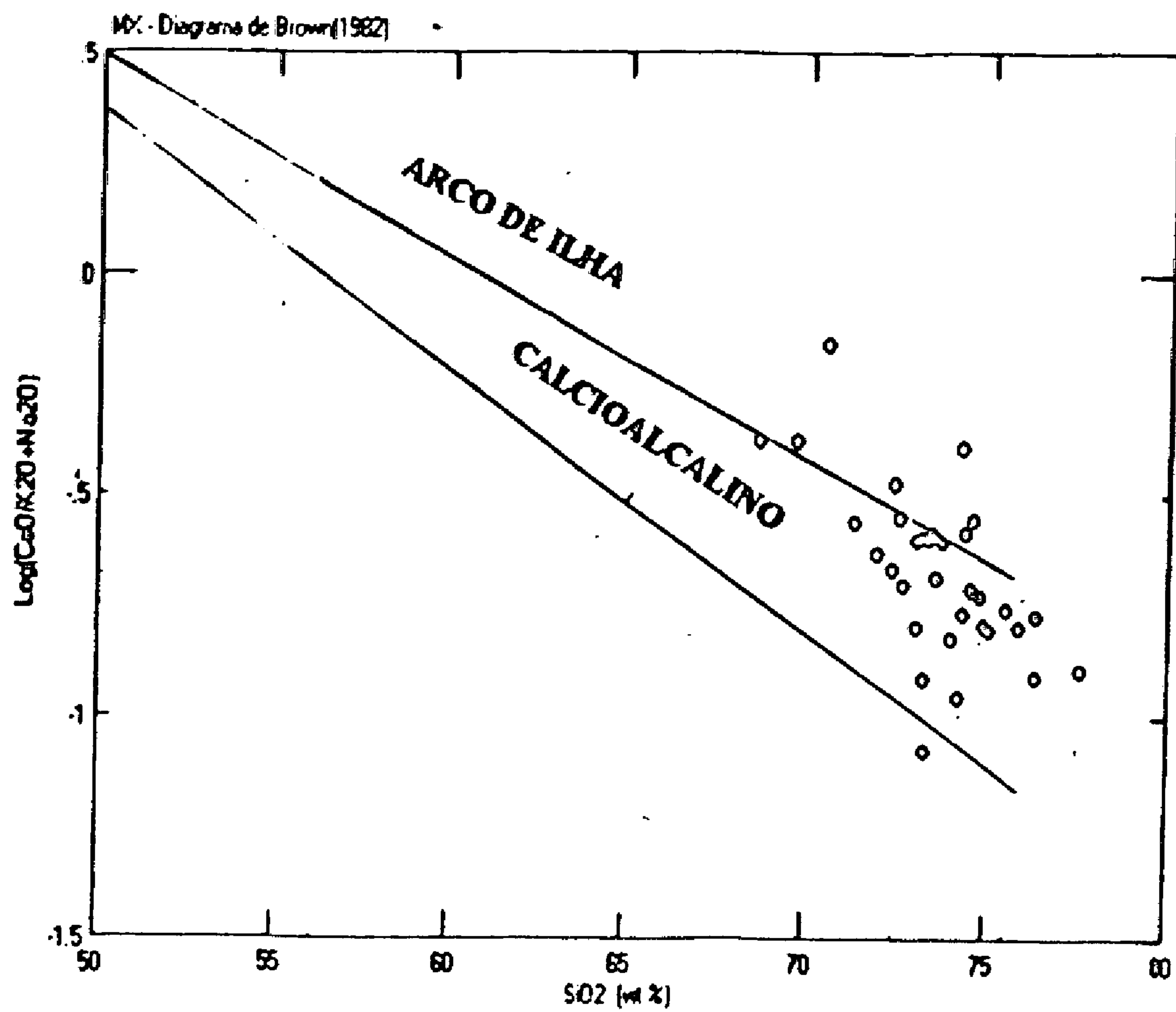


FIGURA 28. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{CaO}/\text{ÁLCALIS}$ DE BROWN (1982), APLICADO AO MONZOGRANITO XINGUARA, FOLHA XINGUARA.

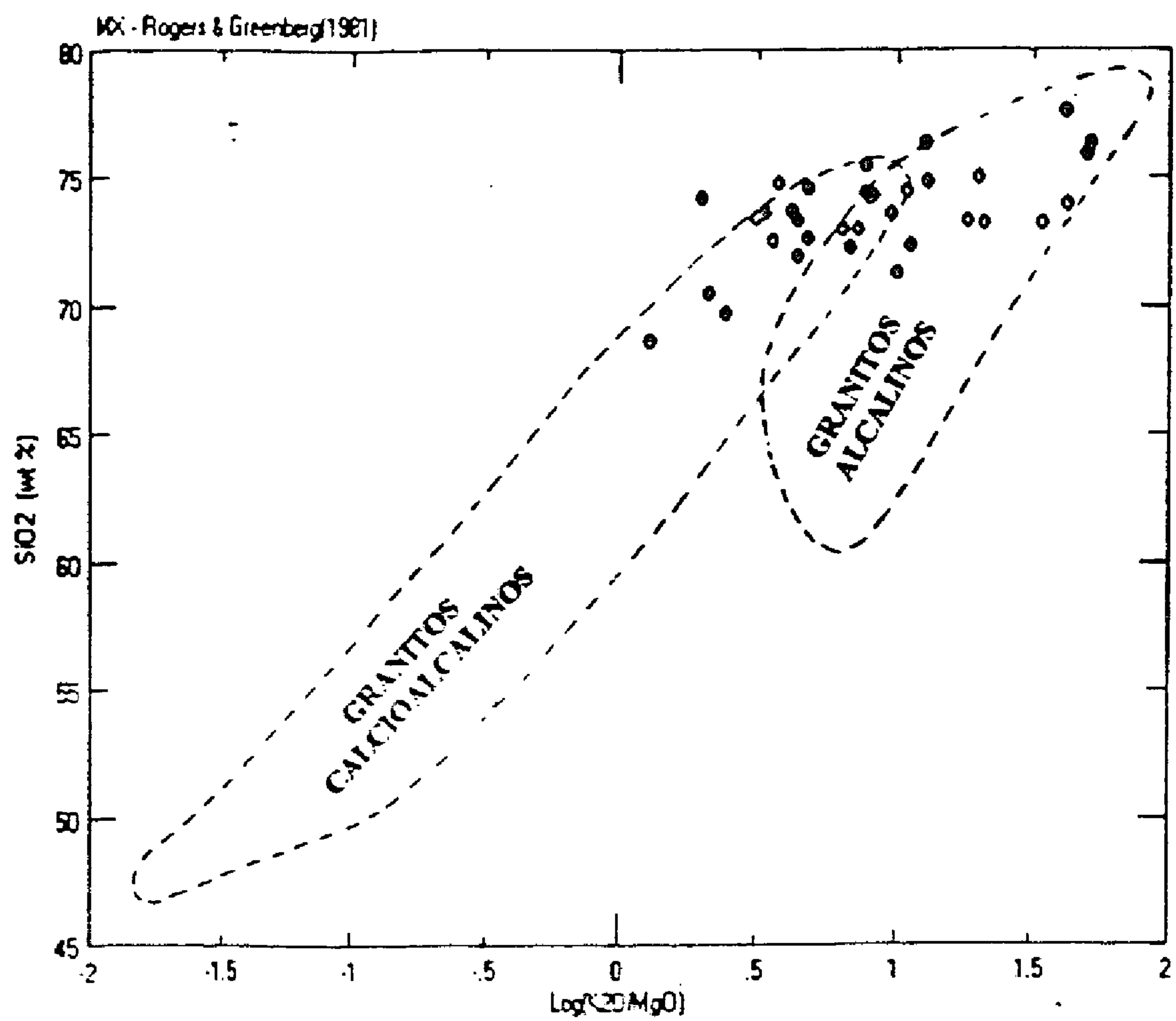


FIGURA 29. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$ DE RÔGERS & GREENBERG (1981), APLICADO AO MONZOGRANITO XINGUARA, DA FOLHA XINGUARA.

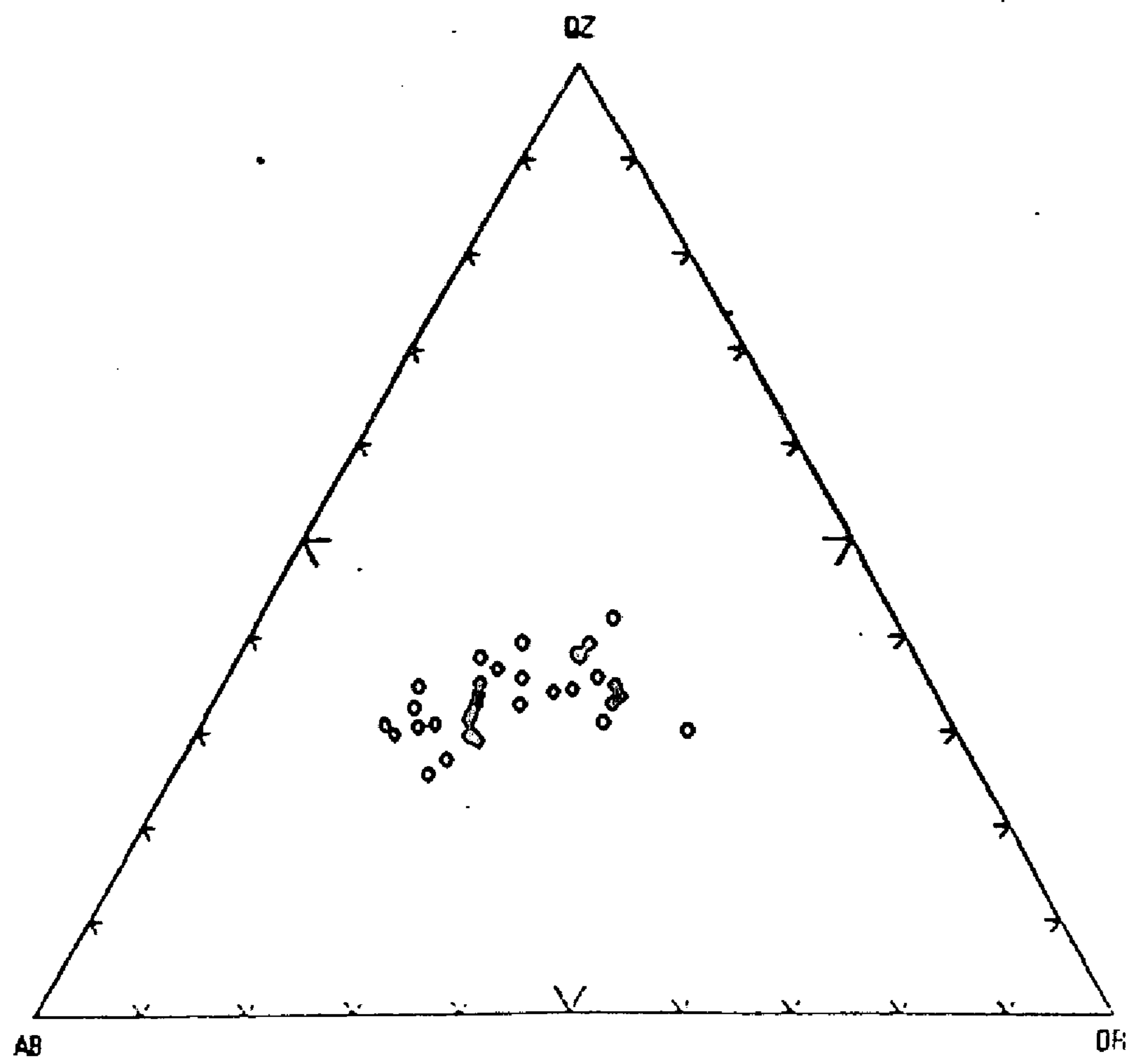


FIGURA 30. DIAGRAMA QZ-AB-OR NORMATIVOS, APLICADO AO MONZOGRANITO XINGUARA, NA FOLHA XINGUARA

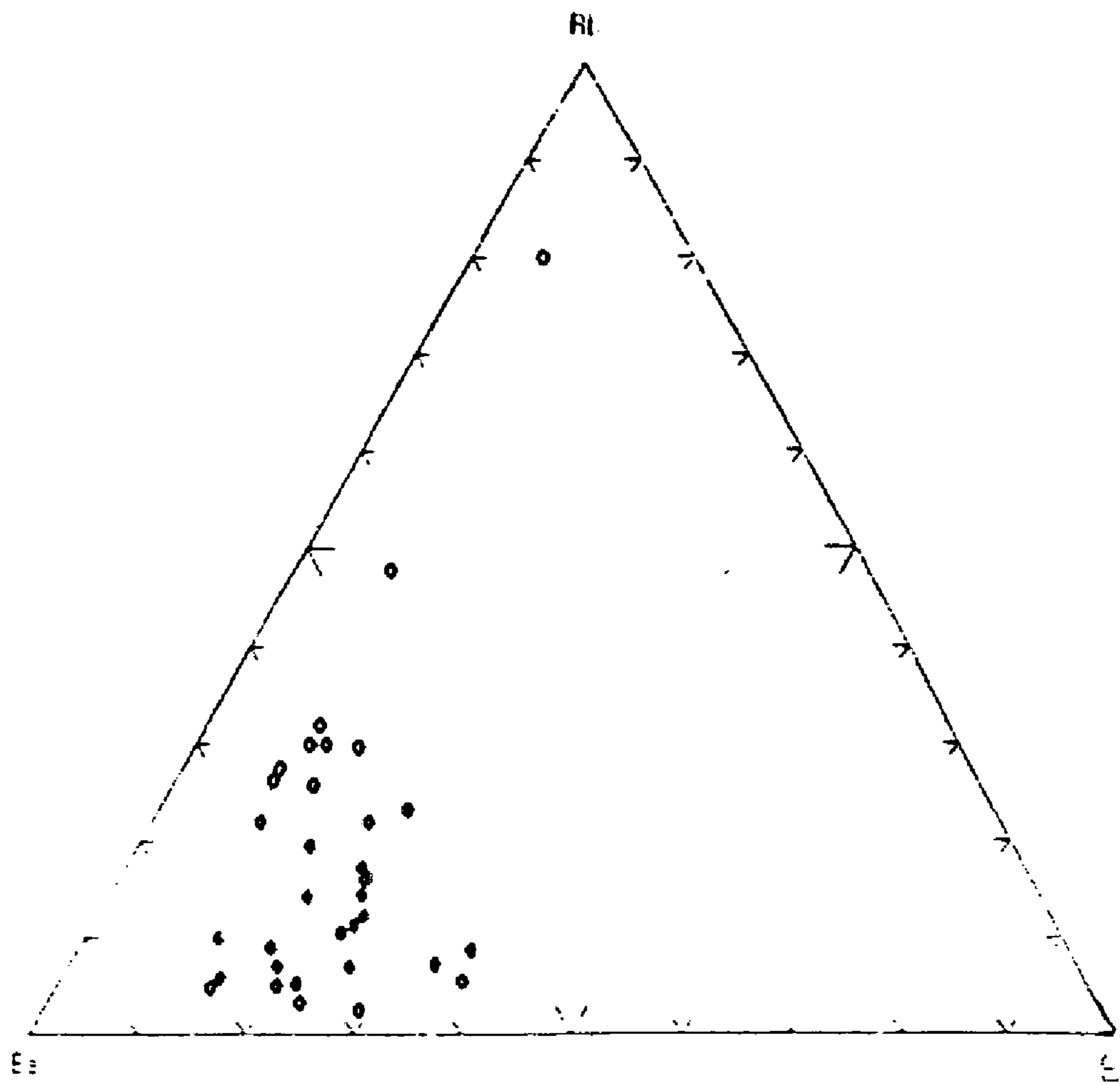


FIGURA 31. DIAGRAMA Rf-Sr-Ba DE BOUSSARY & SAKKARY (1978), APLICADO AO MONZOGRANITO XINGUARA, FOLHA XINGUARA.

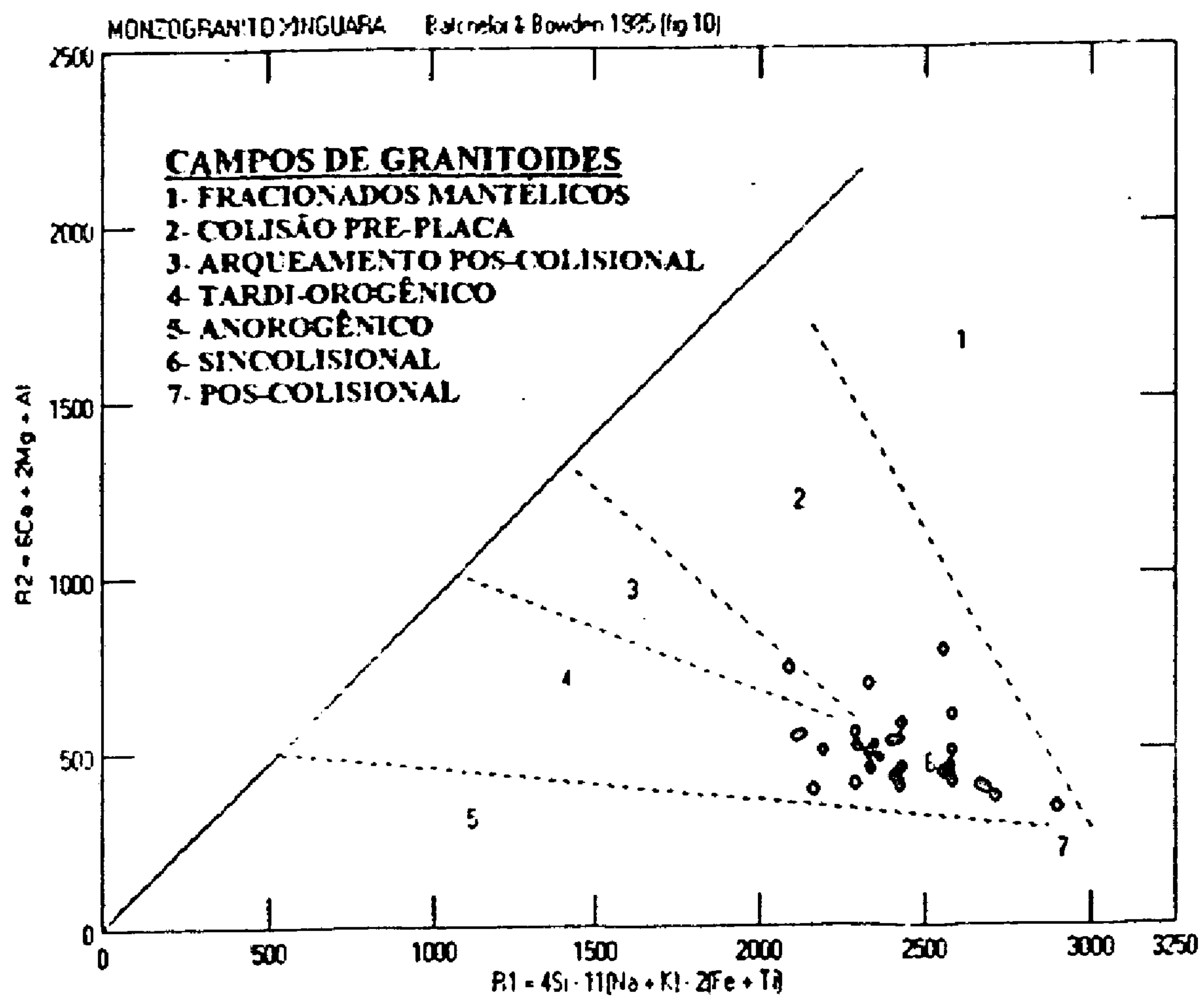


FIGURA 32. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985), APLICADO AO MONZOGRANTO XINGUARA,, FOLHA XINGUARA

neste mister as amostras do grupo 4, com os maiores valores das razões K/Rb, o que corresponde aos espécimes menos diferenciados, que ocorrem no grupo 4.

No que diz respeito aos ambientes geotectônicos onde se teriam instalado as rochas da unidade Monzogranito Xinguara, as posições dos pontos no diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWDEN (1985), figura 32, apontam para um ambiente tipicamente *compressivo*, com predomínio de rochas *tardi-orogênicas* e considerável interação com ambiente crustal, *sincolisional*. A exceção das amostras menos diferenciadas do grupo 4, as demais apresentam características de granitos *orogênicos*, do tipo C_{CI} (granitoides crustais peraluminoso, intrusivos), de origem crustal formados em zonas *pós-colisionais*.

Do ponto de vista metalogenético, a presença de rochas peraluminosas, subalcalina, rica em potássio e em Rb é sugestiva de potencial metalogenético para elementos pegmatófilos, com destaque para *Sn, Nb e Ta*.

2.5. SIENOGRANITO REDENÇÃO

Os estudos litogeoquímicos dessa unidade estão baseados nas análises petrográficas e químicas/petroquímicas de 13 (treze) amostras, as quais apresentam-se com um certo grau de heterogeneidade tanto ao microscópio quanto do ponto de vista químico. Petrograficamente os litótipos estão classificados como *sieno e monzogranitos*, porém com minerais ferro-magnesianos variando entre biotita, moscovita e hornblenda e minerais acessórios como apatita, uralita e titanita, além de fluorita. A amostra AT-31A, não classificada petrograficamente, tem características químicas semelhantes a um adamelito (ou monzogranito/granodiorito) estando completamente destacada na figura 33 das demais amostras que integram essa unidade. Nessa figura que representa um dendrograma gerado a partir dos percentuais dos óxidos dos elementos maiores, (tabela 5), as amostras analisadas se agrupam em três conjuntos distintos. No conjunto 1 (um) agrupam-se 4 (quatro) amostras (AT-19B, JI-22, AT-51B e JI-23A) que se caracterizam pelos altos percentuais de SiO_2 e K_2O e baixos de CaO , Na_2O e ferro-magnesianos, seguidos ainda de altos índices de diferenciação e petrogenéticos, respectivamente ID e IP além dos mais altos parâmetros de alcalinidade (PALK). Essas amostras foram classificadas como microgranito a uralita, sienogranito e granito. Elas acham-se posicionadas no campo 1 (*granito*) do diagrama P x Q de DEBON & LE FORT (1983), figura 34. Ao conjunto 2 (dois) pertence o maior número de amostras, conforme mostrado na referida figura. Esse conjunto tem características intermediárias, ou seja: decrescem razoavelmente os percentuais de SiO_2 e de K_2O , sobem os percentuais de CaO e permanecem iguais os de CaO e dos ferro-magnesianos. Como decorrência dessas variações observa-se valores menores dos ID e dos IP, aumento dos INC (Índice Normativos de Coloração) e menores valores dos PALK. No terceiro e último conjunto estão agrupadas duas amostras (AT-75D e AT-78B) cujas características mais marcantes são os percentuais mais altos de CaO e a proximidade entre os percentuais dos álcalis seguido dos altos valores dos ferro-magnesianos. Como consequência, aqui se registram os mais baixos ID, PALK, e os mais altos INC. Na figura 34 esses dois conjuntos de amostras ocupam os campos 2 (*adamelitos*) e 3 (*granodioritos*). Conforme indicado claramente, no diagrama B x A de DEBON & Le FORT (1983), figura 35, todas as amostras da unidade em pauta são *metaluminosas* e variam de *leuco* a *mesocráticas*, sendo as primeiras aquelas pertencentes ao conjunto 1 (um).

Os diagramas de BROWN (1982) e de RÖGERS & GRENNBERG(1981), respectivamente figuras 36 e 37, indicam trata-se de rochas tipicamente *cálcioalcalinas* a *alcalinas*.

No diagrama Qz-Ab-Or, figura 38 verifica-se uma forte concentração das amostras a mais ou menos 1/3 dos vértices desse diagrama, bem próximas do mínimo cotético.

Quanto aos elementos-traço, analisados apenas aqueles do tipo LILE, destacam os teores baixos de Sr seguidos pelos altos teores de Ba e especialmente de Rb, figura 39. As amostras do conjunto 1 (um) se caracterizam pelos altos valores das razões Rb/Sr, chegando a um máximo de 10,07; aquelas do conjunto 2 apresentam estas razões com valores superiores a 1, exceto para a amostra AT-77, enquanto no conjunto 3 os valores são inferiores a unidade e próximos da média da crosta continental superior (TAYLOR & McLENNAN, 1985), o mesmo acontecendo com a amostra AT-31A.

Do ponto de vista geotectônico e de acordo com a figura 40, representando o diagrama R1-R2 de BATCHELOR & BOWNDEN (1985), as rochas da unidade em questão ter-se-iam formado em ambiente *compressivo*, variando entre granitoides do tipo *colisão pre-placa* a *tardi-colisionais*. Entretanto, as relações de campo e de acordo com a classificação de BARBARIN (1990) é mais provável que se tenha granitos *alcalinos*, do tipo A de origem *mantélica*, formado em ambiente de "rift" ou zonas de *domeamento*.

TABELA 5. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DO SIENOGRANITO REDENÇÃO
(FOLHA XINGUARA)

	AT-31A 1	AT-30C 2	AT-33 3	AT-77 4	AT-50 5	AT-75D 6	AT-19b 7	AT-30A 8	AT-78B 9	AT-31B 10	AT-51B 11	JI-23A 12	JI-22 13
SiO ₂	67	68,8	69,1	69,5	70,4	71,1	71,3	71,6	71,7	71,9	73,2	74,5	75,7
Al ₂ O ₃	13,2	14,2	13,2	13,2	13,2	12,3	13,2	14,2	12,3	13,2	13,2	13,2	12,3
Fe ₂ O ₃	3,3	2,9	3,3	3,1	3,2	3,2	2,1	1,6	2,9	1,5	0,83	0,73	0,89
FeO	3,5	0,81	1,2	1,5	1,5	1,4	1,8	0,53	1,9	0,72	0,67	0,09	0,36
TiO ₂	0,21	0,63	0,73	0,83	0,73	0,63	0,21	0,42	0,84	0,52	0,21	0,1	0,1
MnO	0,1	0,06	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,08	0,05	0,05	0,05	0,05
CaO	3,6	2,5	2,4	2,8	2,4	2,5	1,4	1,5	3,1	1,7	2	1,5	0,84
MgO	0,82	0,37	0,46	0,54	0,5	0,33	0,12	0,21	0,25	0,29	0,08	0,05	0,08
Na ₂ O	3,8	3,9	3,6	3,6	3,2	3,5	3,1	3,9	3,2	3,9	3,6	3,4	3,5
K ₂ O	2,9	4,4	4,6	3,9	4,1	3,4	5,6	4,8	3,1	4,8	5,6	5,8	5,2
P ₂ O ₅	0,44	0,24	0,27	0,28	0,28	0,28	0,06	0,14	0,27	0,16	0,06	0,06	0,05
PF	0,74	0,8	0,74	0,54	0,68	0,82	1,3	0,79	0,71	0,75	0,63	0,76	1,1
H ₂ O-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,17	0,1	0,19	0,1	0,1	0,14	0,1	1,1	0,1
Total	99,71	99,71	99,78	99,97	100,42	99,62	100,43	99,84	100,45	99,63	100,23	101,34	100,27
Ba	1300	1200	950	1250	1000	1250	600	880	1600	960	380	420	325
Sr	280	230	195	260	190	245	50	160	275	185	80	60	65
Rb	99	233	250	133	208	151	363	325	104	283	310	604	643
F	780	980	860	900	1300	900	2400	1200	800	1100	1000	1700	2500
Ba/Rb	13,13	5,15	3,80	9,40	4,81	8,28	1,65	2,71	15,38	3,39	1,23	0,70	0,51
Rb/Sr	0,35	1,01	1,28	0,51	1,09	0,62	7,26	2,03	0,38	1,53	3,88	10,07	9,89
K/Rb	243	157	153	243	164	187	128	123	247	141	150	80	67
Q	24,02	24,91	26,17	28,26	30,65	33,01	28,34	28,05	35,35	28,7	27,97	30,41	34,42
OR	17,36	26,33	27,5	23,22	24,36	20,38	33,46	28,67	18,39	28,73	33,26	34,45	31,02
AB	32,57	33,42	30,81	30,68	27,21	30,03	26,52	33,34	27,18	33,41	30,61	28,91	29,89
AN	10,53	8,35	6,35	8,4	9,59	7,92	5,62	6,59	10,08	4,39	3,34	3,65	2,52
DI	3,99	2,04	3,22	3,04	0,43	2,36	0,86	0	3,02	0	0,98	0	0
HY	7,58	0,04	0,64	0,74	2,45	1,3	2,15	0	0,33	0	0	0	0
MT	2,51	3,12	3,27	3,4	3,25	3,13	2,5	0,66	3,4	0,98	1,21	0,16	1,04
IL	0,4	1,21	1,4	1,58	1,39	1,21	0,4	0,8	1,6	1	0,4	0,19	0,19
AP	1,05	0,57	0,64	0,66	0,66	0,67	0,14	0,33	0,64	0,38	0,14	0,14	0,12
ID	73,96	84,67	84,49	82,17	82,23	83,43	88,32	90,07	80,94	90,85	91,85	93,78	95,34
IP	0,76	1,12	1,27	1,08	1,28	0,97	1,8	1,23	0,96	1,23	1,55	1,7	1,48
INC	14,49	6,43	8,54	8,79	7,54	8,01	5,93	2,62	8,37	2,82	2,59	0,97	1,41
PAL	0,82	0,9	0,86	0,86	0,93	0,88	0,86	0,99	0,86	0,89	0,84	0,9	0,95
PALK	0,71	0,78	0,82	0,76	0,73	0,76	0,84	0,81	0,7	0,87	0,9	0,89	0,92

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA: BIOTITA GRANITO (13); BIOTITA SIENOGRANITO (10);

BIOTITA-HORNBLENDA MONZOGRANITO RICO EM APATITA (9);

BIOTITA GRANITO (SIENOGRANITO/K-FELDS GRANITO) (8);

BIOTITA SIENOGRANITO COM FLUORITA E MOSCOVITA (12);

HORNBLENDA-BIOTITA SIENO A MONZOGRANITO RICO EM APATITA (2);

HORNBLENDA-BIOTITA SIENOGRANITO SUBVULCÂNICO (3);

HORNBLENDA-BIOTITA SIENOGRANITO RICO EM TITANITA E APATITA (5);

HORNBLENDA-BIOTITA SIENOGRANITO (4,6,11);

BIOTITA-HORNBLENDA MICROGRANITO (1); URALITA MICROGRANITO SUBVULCÂNICO (7).

ID: ÍNDICE DE DIFERENCIAÇÃO DE THORTON E TUTTLE (1990): $(q+ab+or+ne+tp+lc)$;

IP: ÍNDICE PETROGENÉTICO DE ENGEL (1974): K_2O/Na_2O ;

PAL: PARÂMETRO DE ALUMINOSIDADE DE SHAND (1982);

PALK: ÍNDICE DE PERALCALINIDADE: $mol(K_2O+Na_2O)/mol\ Al_2O_3$.

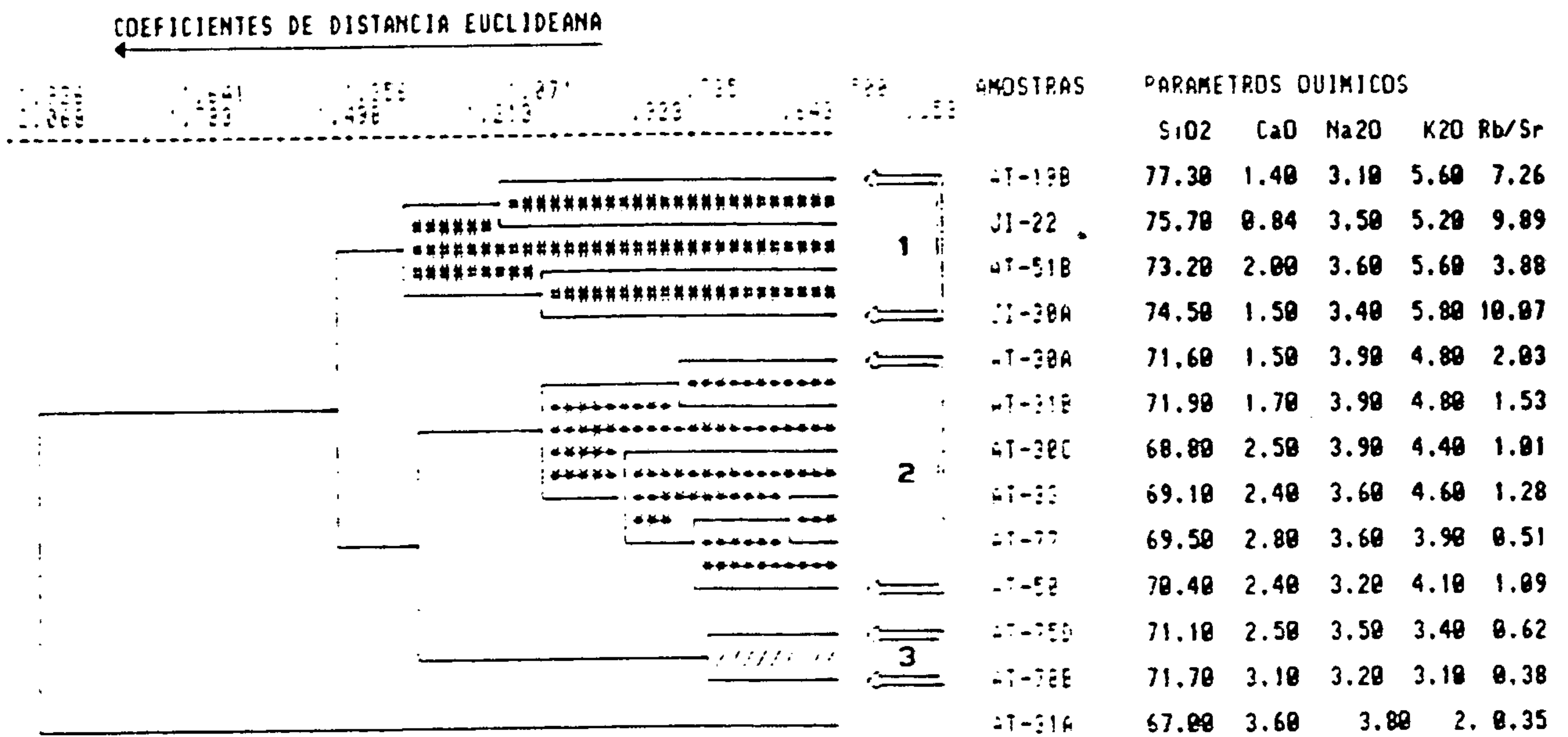


FIGURA 33. DENDOGRAMA BASEADO NOS OXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES DO SIENOGNITO REDENCAO, DA FOLHA XINGUARA. OS COEFICIENTES DE DISTANCIA EUCLIDEANA SAO USADOS COMO PARAMETROS DE SIMILARIDADE. AS RAZOES Rb/Sr FORAM COLOCADAS PARA COMPARACAO DO COMPORTAMENTO DOS ELEMENTOS-TRACO EM RELACAO AQUELES MAIORES.

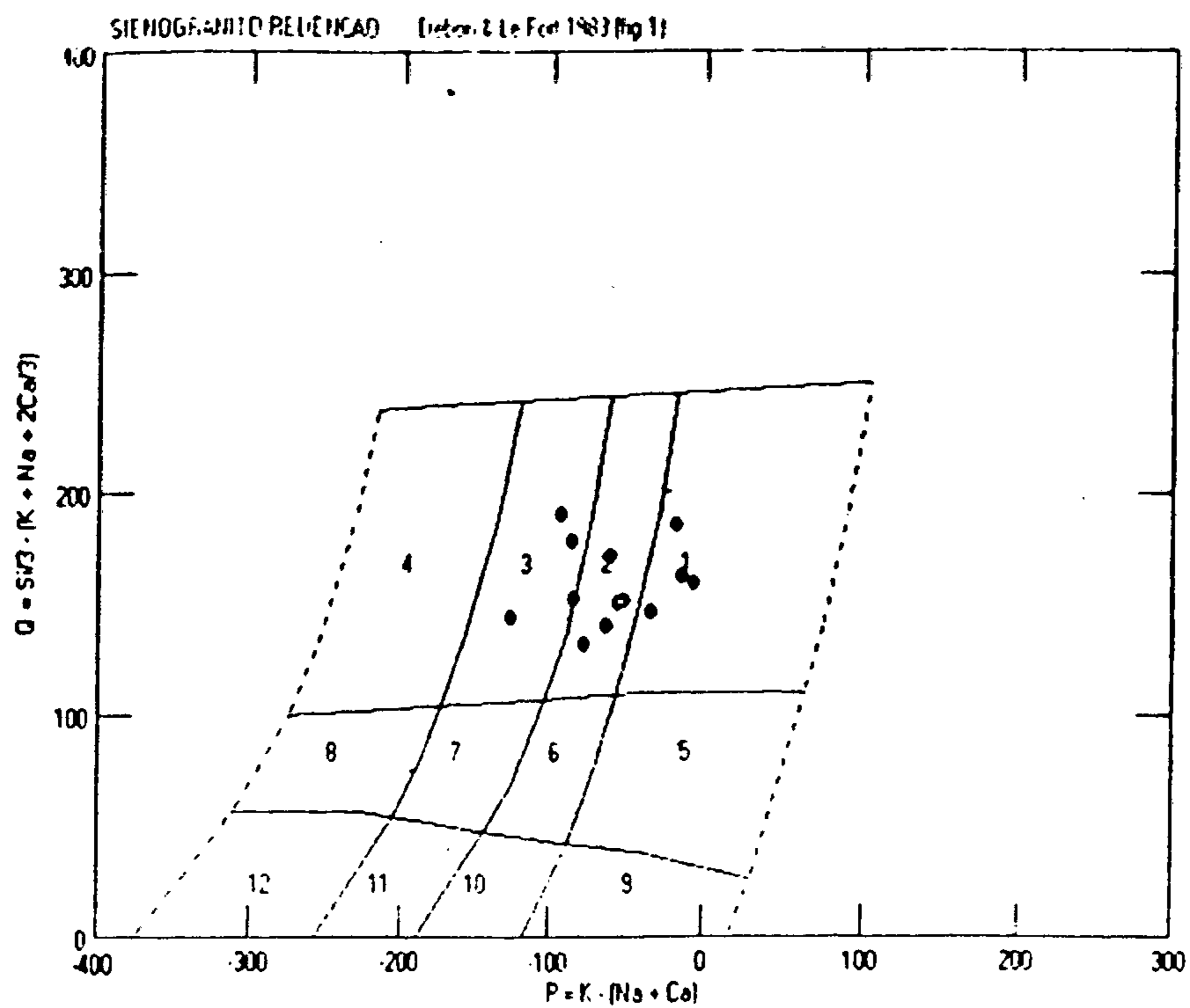


FIGURA 34. DIAGRAMA P×Q DE DEBON & Le FORT (1983) PARA O SIENOGRAFITO REDENÇAO. FOLHA XINGUARA.

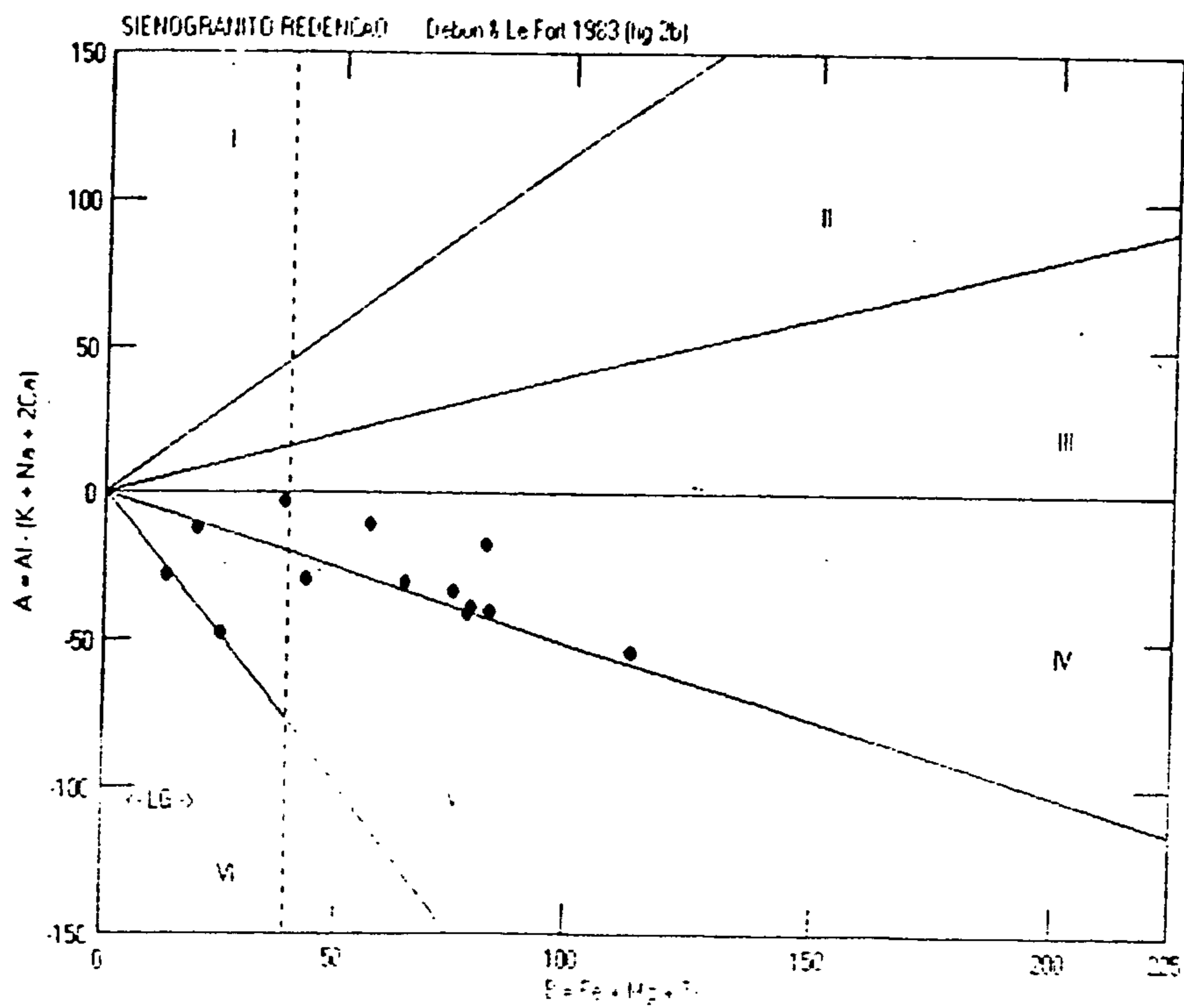


FIGURA 35. DIAGRAMA B×A DE DEBON & Le FORT (1983), PARA O SIENOGRAFITO REDENÇAO. FOLHA XINGUARA.

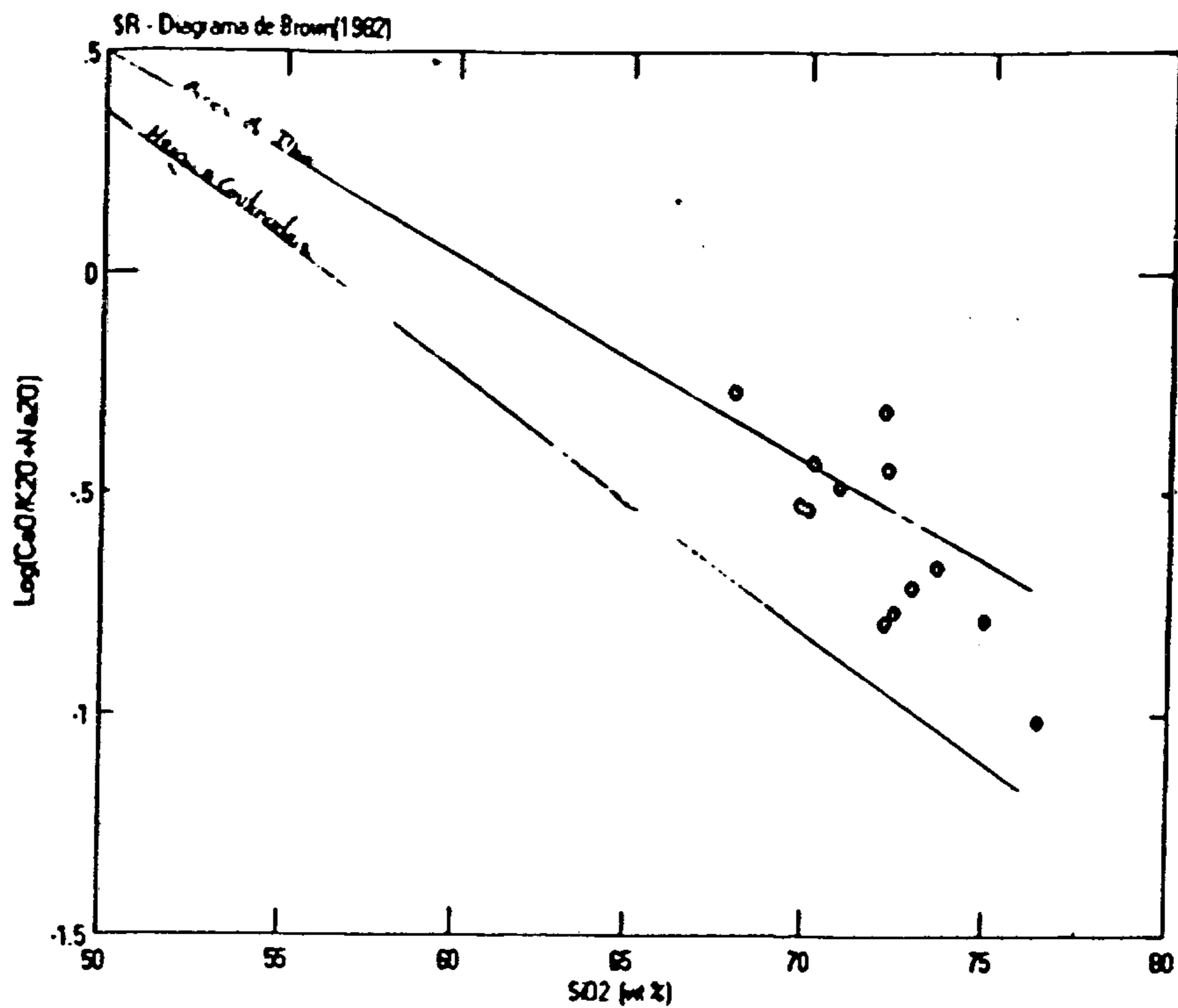


FIGURA 36. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $\text{CaO}/\text{ALCALIS}$ DE BROWN (1982). APLICADO AO SIENOGRANITO REDENÇÃO, FOLHA XINGUARA.

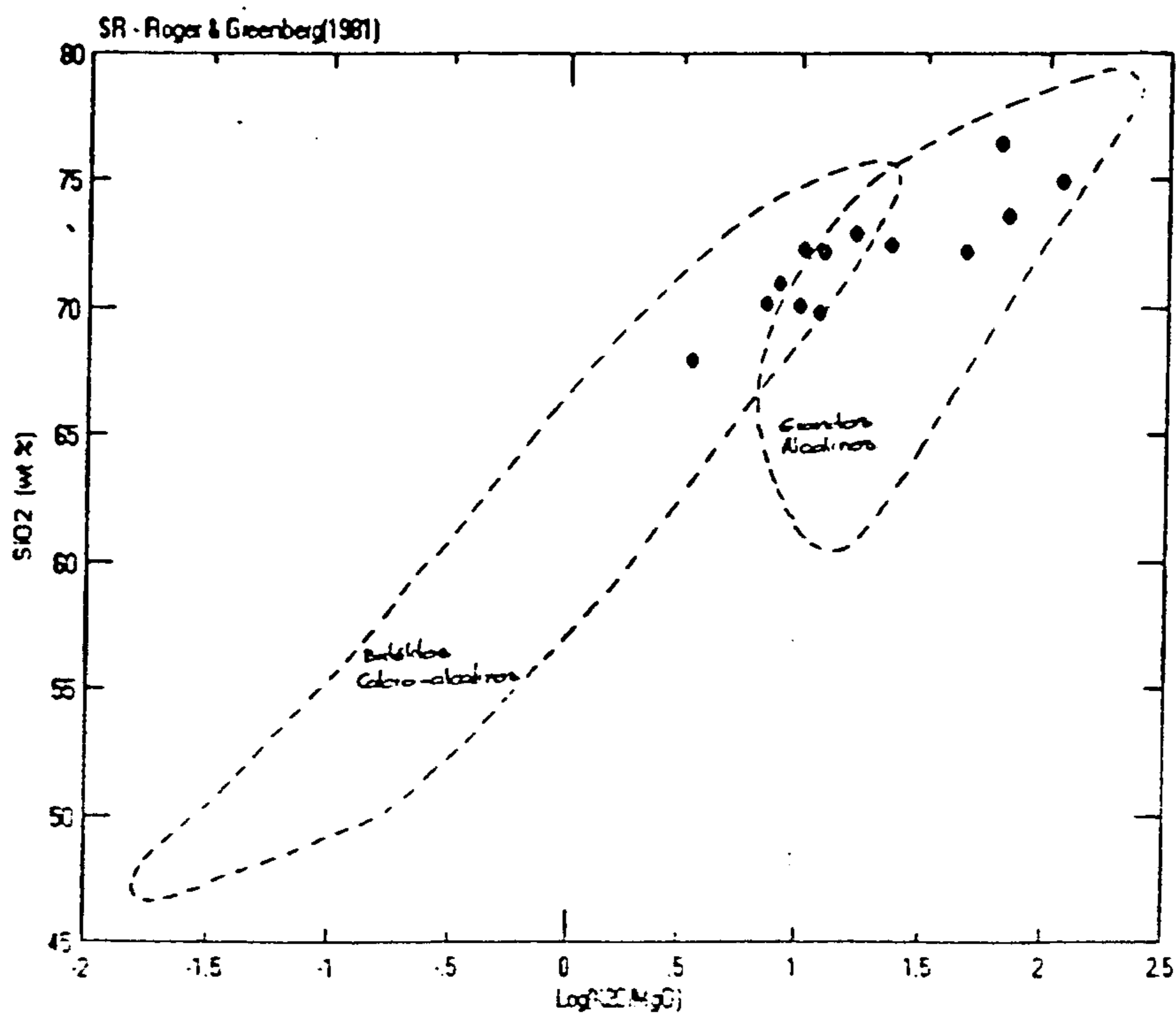


FIGURA 37. DIAGRAMA SiO_2 VERSUS $(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$ DE ROGERS & GREENBERG (1981). APLICADO AO SIENOGRANITO REDENÇÃO, FOLHA XINGUARA.

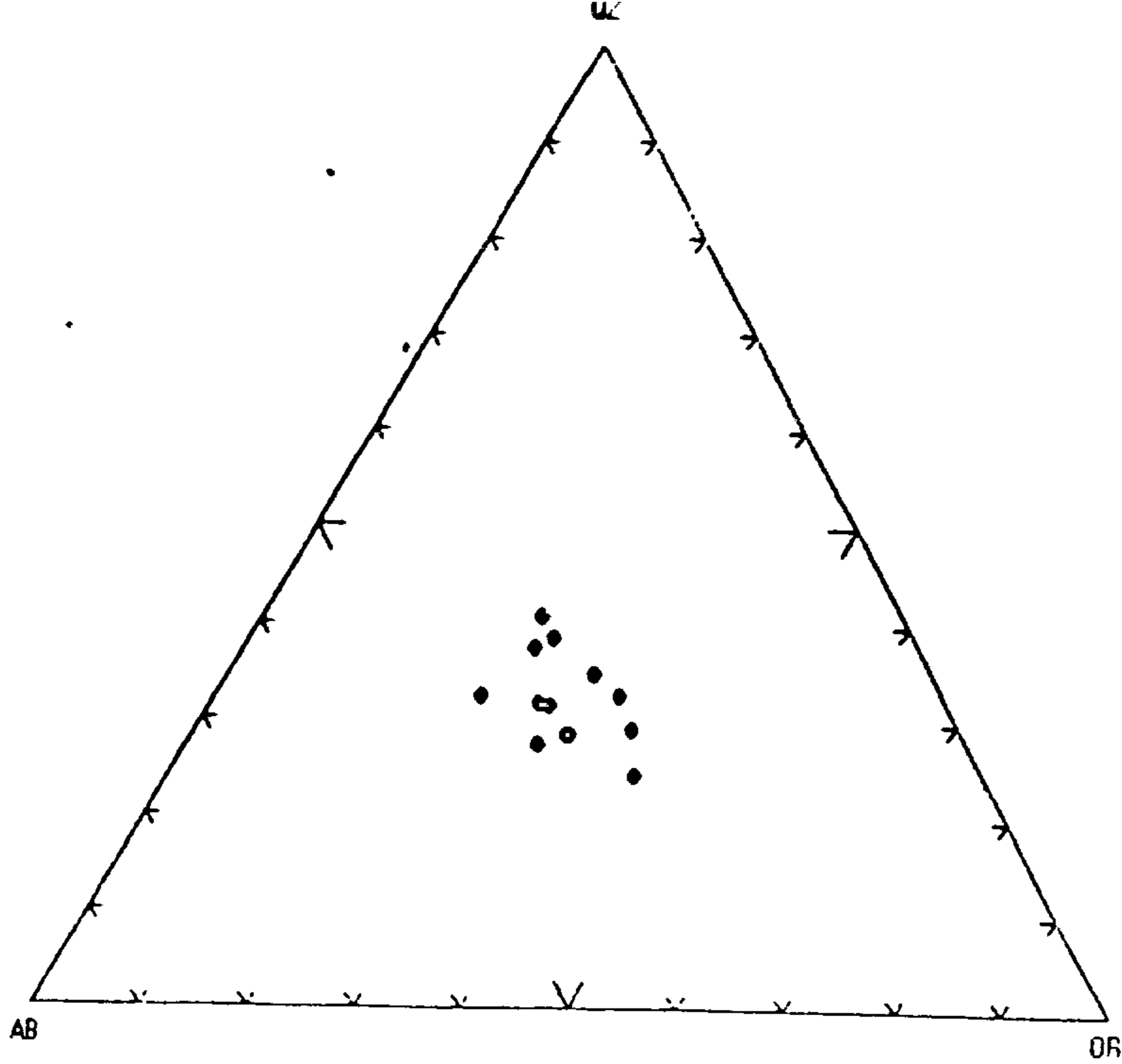


FIGURA 38. DIAGRAMA QZ-AB-OR NORMATIVOS
 APLICADO AO SIENITO REDENÇÃO, FOLHA
 XINGUARA.

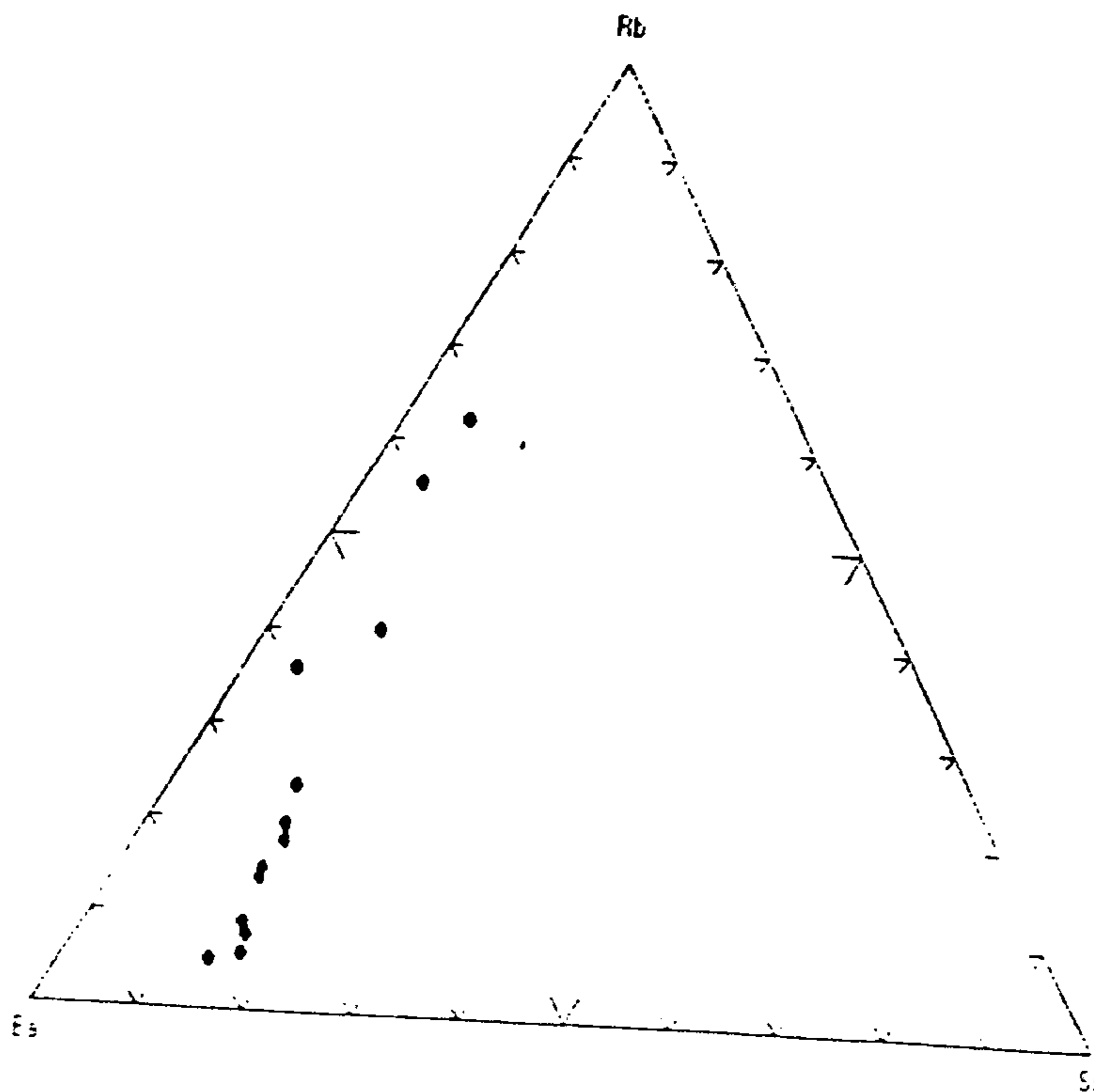


FIGURA 35. DIAGRAMA Rb-Ba-Sr DE BOUSSARY &
 SOKKARY (1978). APLICADO AO SIENOGRAFITO
 REDENÇÃO. FOLHA XINGUARA

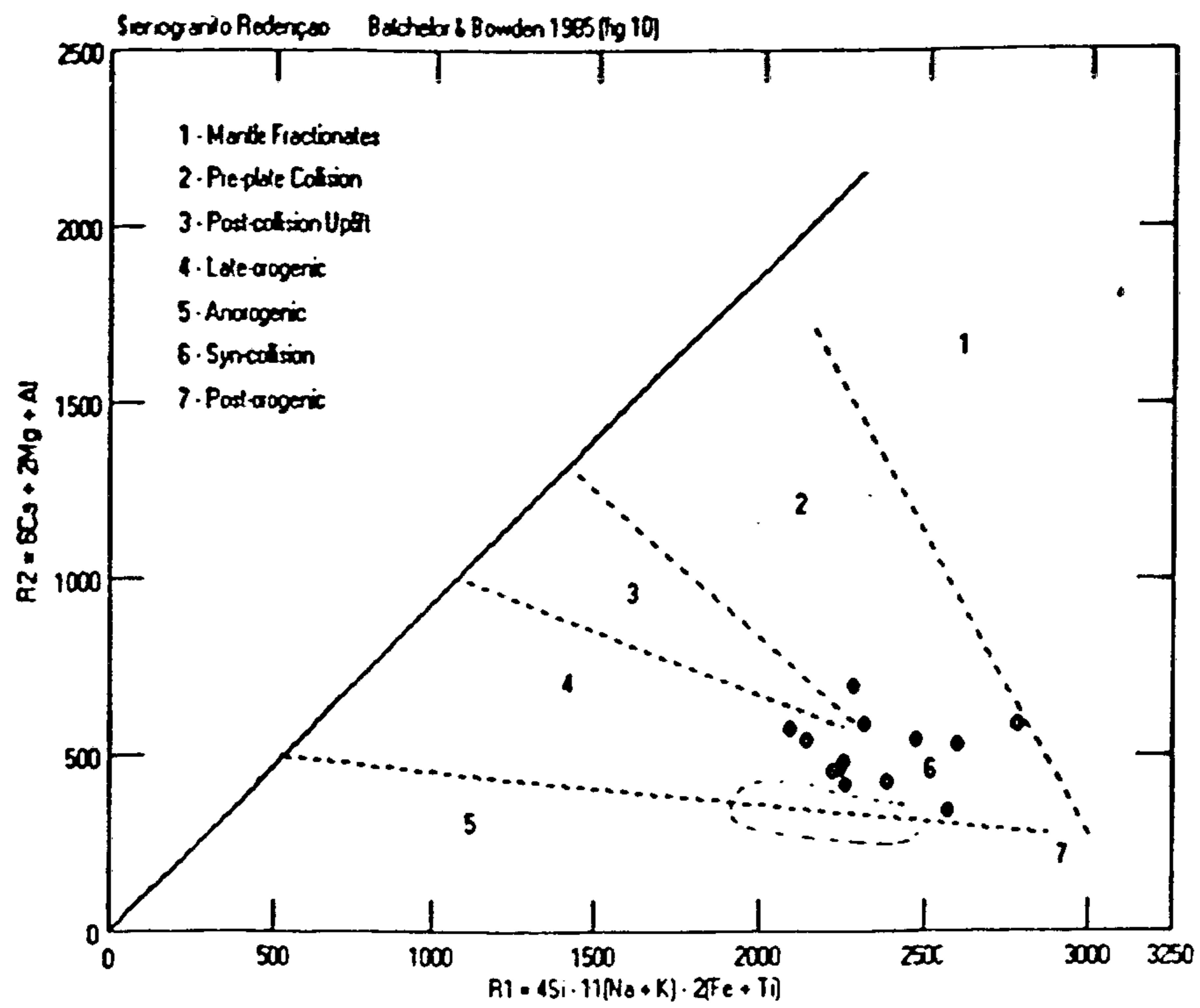


FIGURA 40. DIAGRAMA R1-R2 DE BATCHELOR & BOWDEN (1985), APLICADO AO SIENOGRANITO REDENÇÃO. FOLHA XINGUARA

Quanto as expectativas metalogenéticas, pode-se, inferir que as amostras do conjunto 1, pela sua natureza alcalina potássica, os altos índices de diferenciação e os altos teores de Rb, possam ser mineralizadas em elementos pegmatófilos como *Sn*, *Ta*, *Nb*, *Zr* e *ETR*.

3. PETROQUÍMICA DAS ROCHAS SUPRA CRUSTAIS

3.1. ROCHAS METABÁSICAS ANDORINHAS

As características litogeoquímicas dessa unidade estão embasadas nos dados petrográficos e químicos de apenas 12 (doze) espécimes além de que pouco ou nada pode ser dito com relação aos padrões dos elementos-traço, já que conta-se somente com informações dos teores de Ba e de Sr, conforme indicadas na tabela 6.

Os percentuais dos óxidos dos elementos maiores estão, de modo geral, em conformidade com os padrões das rochas básicas, havendo, entretanto, algumas poucas exceções nos percentuais de SiO_2 e de K_2O . As razões $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ e $\text{MgO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ são compatíveis e semelhantes com as médias dos toleítos modernos dos tipos MORB e de arco, de acordo com CONDIE (1981). Tais acertivas podem ser visualizadas nos diagramas $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-(FeO+Fe}_2\text{O}_3\text{+TiO}_2)$ - JENSEN, 1976, figura 41 e $10\text{MnO-TiO}_2\text{-P}_2\text{O}_5$, - GLUKHOVSKIY & MORALEV, 1993, figura 42.

Os teores dos dois elementos litófilos Ba e Sr são extremamente variados, compreendendo valores típicos das médias dos toleítos MORB e de arco, respectivamente (Ba: 35 a 180ppm) e (Sr: 90 -275 ppm), ocorrendo porém outros valores bastante altos e atípicos para rochas básicas, mas compatíveis com rochas plutônicas félsicas. Tais anomalias podem indicar um alto grau de interação entre magmas básicos e material da crosta siálica.

Do ponto de vista metalogenético vale ressaltar a presença de epidoto nas amostras JI-74 e AT-23, fato que, a semelhança do processo de epidotização ocorrido em Barbeton, seg. CONDIE et al (1977), pode ser indicativo de um possível enriquecimento em As, Au e Sb.

3.2. ROCHAS METAULTRAMÁFICAS

Para o entendimento do contexto químico/petroquímico das rochas ultramáficas foram analisadas apenas 6 (seis) espécimes petrográficas, das quais apenas uma (JI-21) não registra efeitos de metamorfismo do tipo xisto verde.

Conforme indicado na tabela 8, provavelmente em função do metamorfismo, todas as amostras apresentam percentuais dos óxidos dos elementos maiores bastante variados, muito embora em sua maioria sejam típicos de rochas ultramáficas, a exceção da SiO_2 e do CaO da amostra AT-234C com percentuais respectivamente de 50,50 e 18,20 e da amostra JI-143A com Al_2O_3 igual a 17%. As amostras JI-13b, JI-24 e AT-137B com indicação clara de *serpentina* na sua mineralogia apresentam percentuais de Fe_2O_3 sempre superiores a aqueles de FeO. A amostra JI-21, embora sem indicação petrográfica microscópica desse mineral apresenta também maior percentual de ferro férrico em relação ao ferroso.

Por outro lado é interessante notar-se que os espécimes analisados enquadram-se perfeitamente, a nível dos elementos maiores, no padrão das rochas komatiíticas, conforme definido por ARNDT et al, 1977; apud CONDIE, 1981, ou sejam: $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 1$, $\text{MgO} > 9\%$, $\text{K}_2\text{O} < 0,9\%$ e $\text{TiO}_2 < 9\%$. Por fim, os valores de MgN também corroboram a natureza ultramáfica dos espécimes aqui analisados, fato aliás que pode ser bem visualizado no diagrama $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_3\text{+Fe}_2\text{+Ti} - \text{MgO}$, figura 43, segundo JENSEN, 1976. Aqui as amostras em sua maioria participam do "trend"komatiítico" e plotam nos sub-campos dos basaltos komatiíticos (BK), e do komatiitos peridotíticos (PK) - amostra (AT-137B), enquanto apenas a amostra JI-143A pertence ao "trend"toleítico.

Quanto ao paleoambiente geotectônico a aplicação do diagrama $10\text{MnO} - \text{TiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$, figura 44, segundo GLUKHOVSKIY & MOROLEV, 1993, permite identificar o ambiente de *arco de ilha* como o mais provável para a formação dessas rochas, o que está em pleno acordo com as estatísticas de CONDIE, 1990, o qual demonstrou que esse ambiente é o predominante para a colocação de rochas vulcânicas do tipo *greenstonebelt*.

Assim do ponto de vista metalogenético é de se esperar grande potencial nas rochas da unidade Andorinha para depósitos de Au, Ni, Pt, Cr e Cu.

TABELA 6. DADOS QUIMICOS E LITOGEOQUIMICOS DAS ROCHAS METABÁSICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA)

	AT-229A	JI-188	AT-229C	AT-210A	AT-120C	JI-144A	JI-171B	JI-142	JI-74	AT-209	JI-158	AT-23
SiO ₂	45,60	45,90	47,20	48,70	49,00	49,30	49,30	49,60	49,70	54,30	55,30	59,50
Al ₂ O ₃	14,20	12,30	14,20	15,10	16,10	14,20	15,10	14,60	14,20	14,20	15,10	14,20
Fe ₂ O ₃	3,00	8,30	3,00	5,70	4,20	3,70	5,50	5,50	3,70	7,00	2,90	2,70
FeO	10,70	8,00	5,80	7,70	8,40	8,80	8,20	7,80	7,70	5,00	5,70	4,00
TiO ₂	0,83	1,50	0,21	1,30	1,10	0,63	2,10	0,83	1,50	1,50	1,90	0,52
MnO	0,17	0,13	0,14	0,17	0,16	0,17	0,16	0,18	0,17	0,14	0,08	0,10
CaO	8,60	8,00	12,60	10,30	10,20	11,70	7,90	12,60	10,10	6,70	5,30	5,90
MgO	11,60	8,20	12,30	5,20	7,00	8,10	5,00	5,60	7,70	3,80	3,60	6,20
NH ₂ O	1,20	2,40	0,95	2,40	2,20	1,80	3,00	1,80	2,70	2,60	4,30	3,20
K ₂ O	0,34	1,90	0,15	0,24	0,32	0,21	1,20	0,36	0,73	1,80	3,40	0,97
P ₂ O ₅	0,14	0,82	0,06	0,15	0,11	0,09	0,50	0,10	0,18	0,55	0,40	0,25
PF	2,90	1,80	2,60	2,40	0,83	0,68	1,60	0,85	1,50	2,10	1,40	2,00
H ₂ O	0,10	0,17	0,10	0,10	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,20	0,20	0,10
Total	99,38	99,42	99,31	99,46	99,72	99,48	99,72	99,92	99,98	99,89	99,58	99,64
CaO/Al ₂ O ₃	0,61	0,65	0,89	0,68	0,63	0,82	0,52	0,86	0,71	0,47	0,35	0,42
FeO/Fe ₂ O ₃	3,57	0,96	1,93	1,35	2,00	2,38	1,49	1,42	2,08	0,71	1,97	1,48
MgO/FeO	1,08	1,03	2,12	0,68	0,83	0,92	0,61	0,72	1,00	0,76	0,63	1,55
Ba	75	600	65	35	45	45	700	35	180	1080	1220	450
Sr	140	275	90	130	120	190	430	110	180	450	620	550
OR	2,08	11,52	0,91	1,46	1,91	1,25	7,23	2,14	4,38	10,89	20,50	5,87
AB	10,53	20,83	8,32	20,94	18,84	15,43	25,91	15,38	23,22	22,54	37,13	27,75
AN	33,57	17,62	35,23	30,65	33,51	30,44	24,69	31,01	24,87	22,29	12,10	22,06
DI	7,90	14,01	23,13	17,07	13,79	22,57	9,72	25,60	20,04	6,34	9,78	5,00
HY	30,52	15,75	23,11	12,56	21,19	21,65	15,17	10,10	18,39	7,66	9,42	17,80
OL	8,71	2,87	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
MT	4,51	12,34	4,50	8,52	6,16	5,43	8,14	8,05	5,45	10,40	4,29	4,01
IL	1,63	2,92	0,41	2,54	2,11	1,21	4,07	1,59	2,89	2,91	3,68	1,01
AP	0,34	1,99	0,14	0,36	0,26	0,21	1,20	0,23	0,43	1,33	0,96	0,60
FOX	0,22	0,53	0,35	0,44	0,34	0,30	0,41	0,43	0,33	0,62	0,34	0,42
CNP	76,11	45,82	80,89	59,40	64,01	66,36	48,79	66,83	51,71	49,72	24,58	44,28
INC	53,29	47,91	55,21	40,70	43,26	50,87	37,10	45,35	46,90	27,32	27,18	27,83
MgN	0,66	0,55	0,77	0,48	0,57	0,60	0,47	0,50	0,61	0,43	0,50	0,69

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA: URALITA GABRO OU METAGABRO (AT-229A, AT-229C, AT-210A); METAGABRO/URALITA-GABRO (JI-188, JI-171B);

ANFIBOLITO (AT-120C, JI-144A); QUARTZO-PLAGIOCLÁSIO ACTINOLITA XISTO (JI-142); EPIDOTO PLAGIOCLÁSIO ACTINOLITA XISTO (AT-23);

URALITA DIABÁSIO E/OU METADIABÁSIO (JI-158, AT-209); METAGABRO/METADIABÁSIO RICO EM EPIDOTO (JI-74).

PARÂMETROS PETROQUÍMICOS: FOX: ÍNDICE DE OXIDAÇÃO - Fe₂O₃/FeO; CNP: COMPOSIÇÃO NORMATIVA DO PLAGIOCLÁSIO- (Anx100)/(An+Ab=5/3Ne);

INC: ÍNDICE NORMATIVO DE COLORAÇÃO- (Ol+Hy+Dy+Mt+Il+Hm); MgN: NÚMERO DE MAGNÉSIO- MgOx100/MgO+FeO* (VALORES EM MOLAR)

**TABELA 7. DADOS QUIMICOS E LITOGEOQUIMICOS DAS ROCHAS
METAULTRAMAFICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA)**

	AT-137B	JI-21	JI-13B	JI-24	JI-143A	AT-234C
SiO ₂	35,30	42,80	43,70	44,00	45,60	50,50
Al ₂ O ₃	0,24	7,60	4,70	4,70	17,00	4,50
Fe ₂ O ₃	6,20	6,20	7,60	7,50	3,60	3,90
FeO	0,71	5,90	4,90	4,90	6,40	5,80
TiO ₂	0,05	0,31	0,31	0,26	0,42	0,42
MnO	0,06	0,15	0,18	0,18	0,15	0,17
CaO	4,60	5,60	7,00	7,20	9,30	18,20
MgO	36,00	24,20	26,80	25,90	12,30	14,10
Na ₂ O	0,05	0,95	0,20	0,19	1,60	0,68
K ₂ O	0,05	0,36	0,05	0,05	0,61	0,07
P ₂ O ₅	0,04	0,09	0,10	0,07	0,04	0,08
PF	16,90	5,60	4,10	4,40	2,40	1,30
H ₂ O	0,25	0,42	0,17	0,22	0,11	0,07
Total	100,45	100,18	99,81	99,57	99,53	99,79
CaO/Al ₂ O ₃	19,17	0,74	1,49	1,53	0,55	4,04
FeO/Fe ₂ O ₃	0,11	0,95	0,64	0,65	1,78	1,49
MgO/FeO	50,70	4,10	5,47	5,29	1,92	2,43
Ba	5	145	10	5	120	5
Sr	95	105	20	15	145	50
OR	0,35	2,25	0,30	0,31	3,71	0,42
AB	0,50	8,53	1,77	1,69	13,95	5,84
AN	0,33	16,36	12,32	12,45	38,55	9,16
DI	20,79	9,81	18,20	19,26	6,95	64,97
HY	2,61	22,45	33,70	36,07	14,69	11,73
MT	2,57	9,54	11,53	11,45	5,38	5,74
IL	0,11	0,62	0,61	0,52	0,82	0,81
AP	0,11	0,22	0,24	0,17	0,09	0,19
FOX	0,98	0,54	0,64	0,64	0,37	0,41
CNP	40,06	65,71	87,43	88,03	73,42	61,05
INC	98,59	72,44	85,14	85,16	43,52	83,26
MgN	0,93	0,83	0,84	0,83	0,74	0,77

CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA: JI-13B: OLIVINA-SERPENTINA-TREMOLITA XISTO;

JI-21: PERIDOTITO LHERZOLÍTICO / PERIDOTITO WEBSTERÍTICO;

JI-24: SERPETINA-TREMOLITA-ACTINOLITA XISTO; JI-143A: BIOTITA-EPIDOTO-ACTINOLITA XISTO

AT-137B: SERPENTINITO; AT-234C: FUNITO SERPENTINIZADO (?)

NOTA: AS DEFINIÇÕES DOS PARÂMETROS PETROQUÍMICOS SÃO AS MESMAS DA TABELA 7.

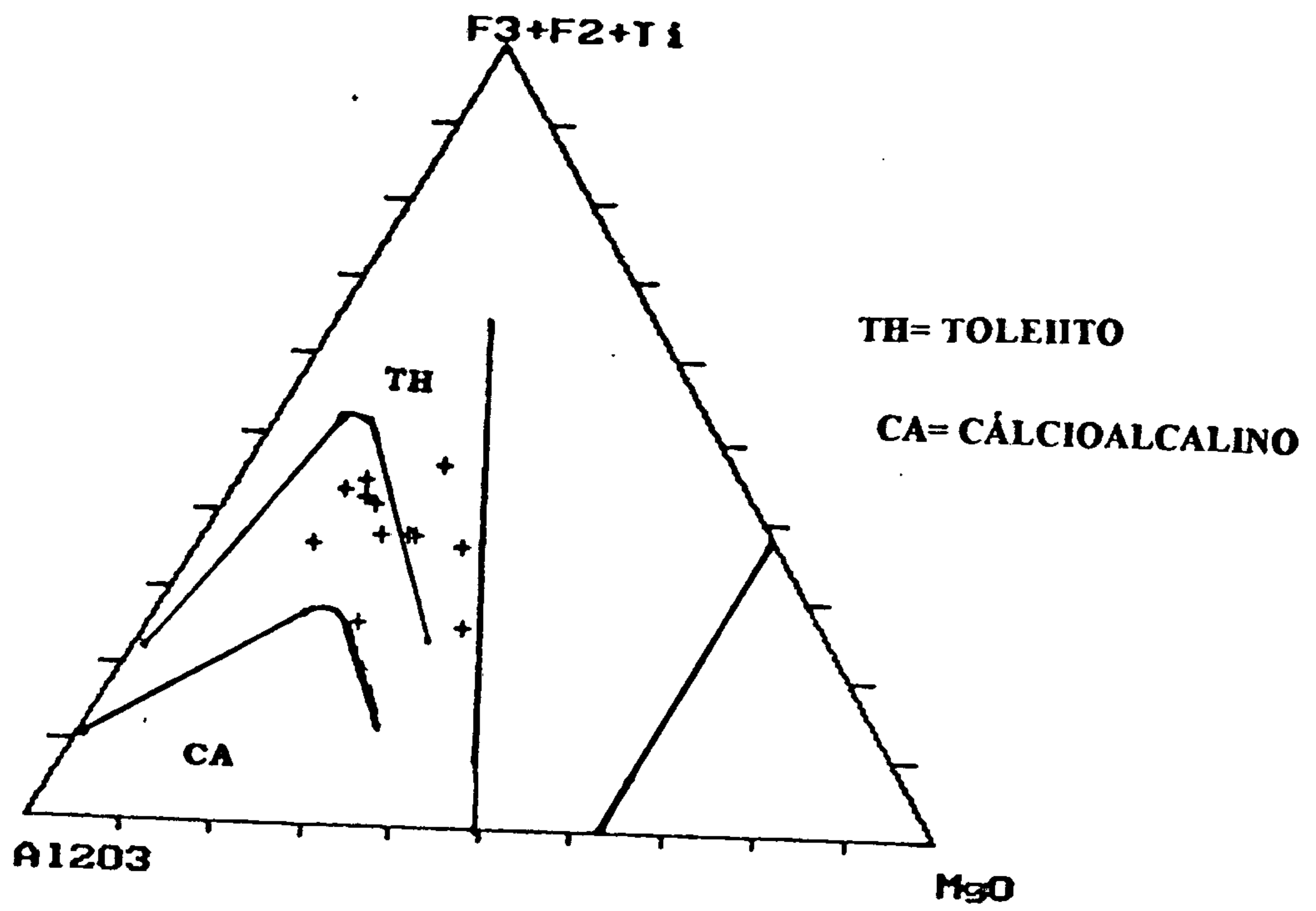


FIGURA 41. DIAGRAMA $Al_2O_3 - MgO - (Fe_2O_3 + FeO + TiO_2)$, SEGUNDO JENSEN, 1976, PARA AS ROCHAS METABÁSICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA).

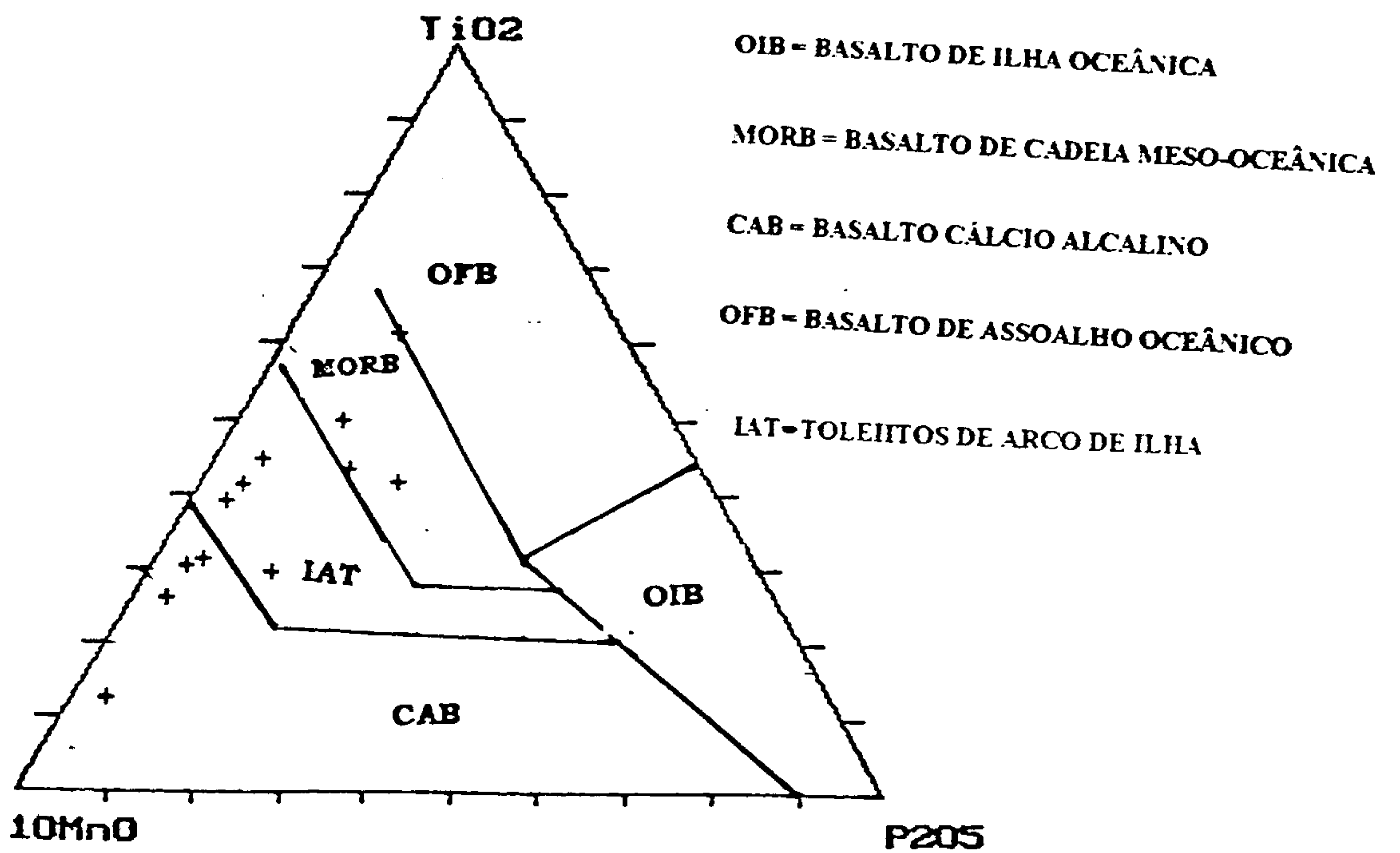


FIGURA 42. DIAGRAMA $10MnO - P_2O_5 - TiO_2$, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MORALEV, 1993, APLICADO ÀS ROCHAS METABÁSICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA).

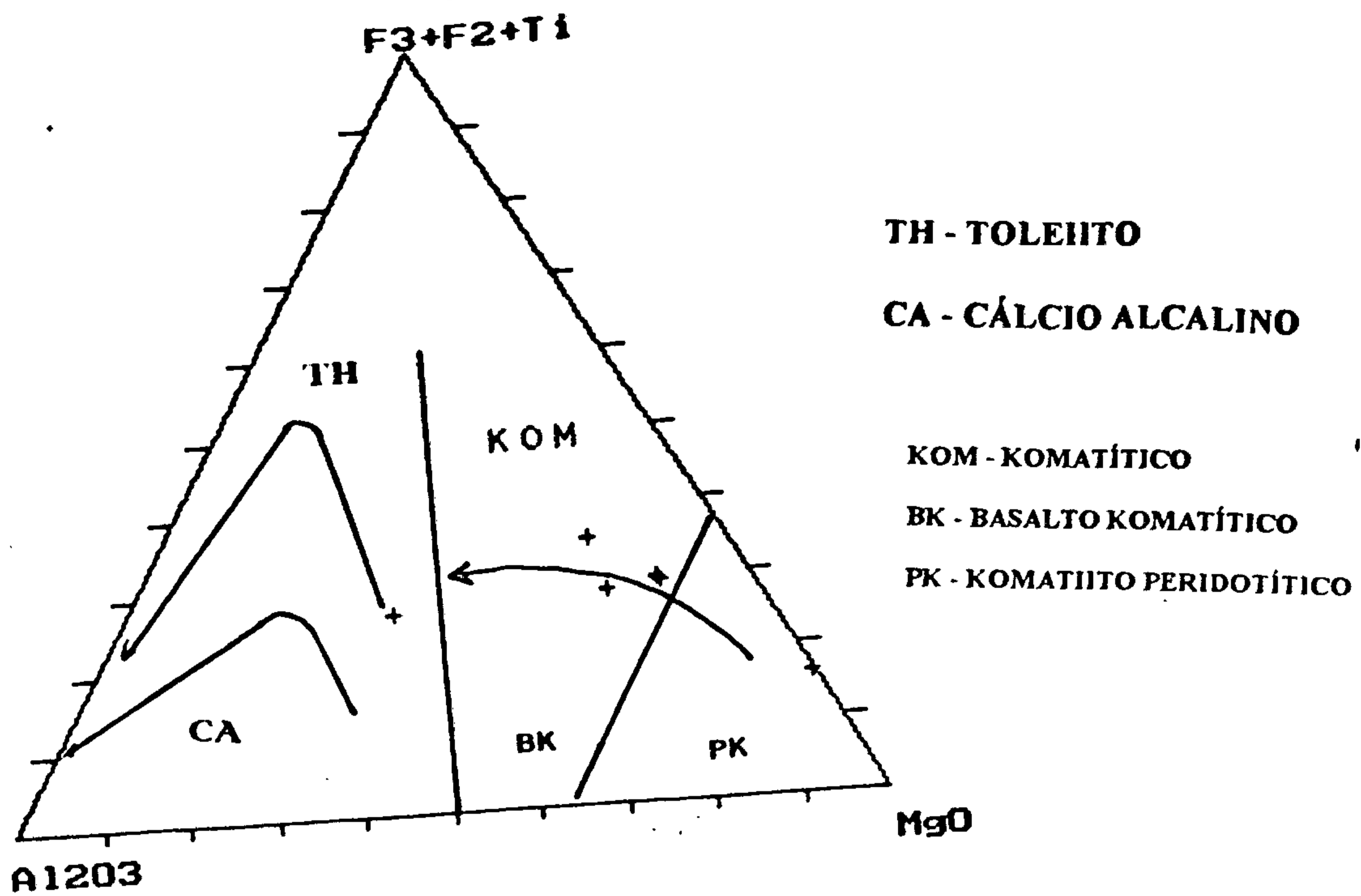


FIGURA 43. DIAGRAMA $Al_2O_3 - MgO - (Fe_2O_3 + FeO + TiO_2)$, SEGUNDO JENSEN, 1976, APLICADO AS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA)

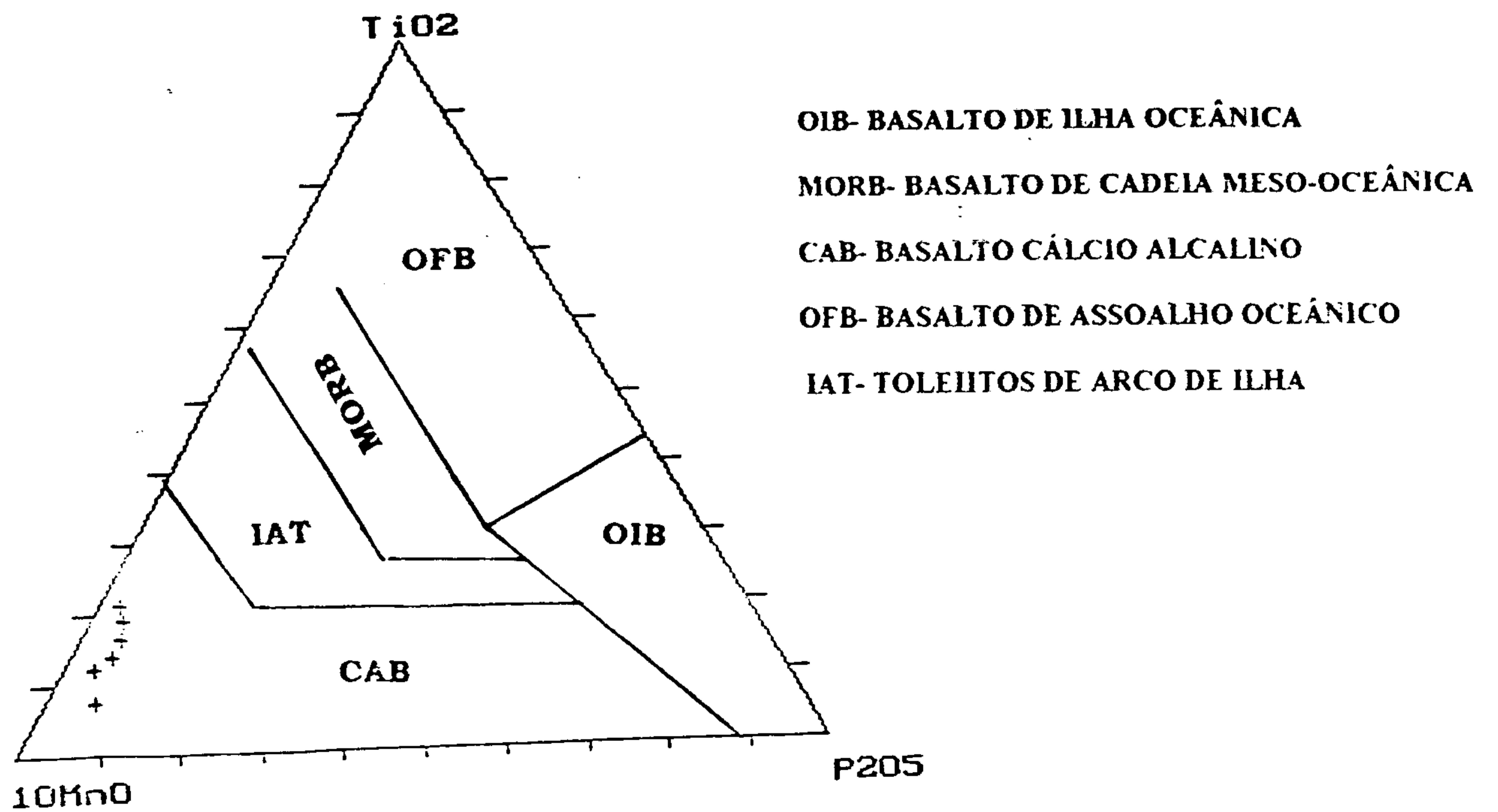


FIGURA 44. DIAGRAMA $10MnO - P_2O_5 - TiO_2$, SEGUNDO GLUKHOVSKIY & MOROLEV, 1993, APLICADO ÀS ROCHAS METAULTRAMÁFICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA).

3.3. METAVULCÂNICAS FÉLSICAS

Os dados químicos e litogeoquímicos constantes na tabela 8 e aqui analisados referem-se a quatro litótipos classificados ao microscópio como xistos micáceos e geralmente miloníticos.

A comparação desses dados com a média de 670 riolitos de Le MAITRE (1976), permite-nos destacar que apenas os percentuais de SiO_2 são baixos que todos os demais óxidos têm percentuais bem mais altos do que essa média de riolitos. Com relação aos álcalis apenas a amostra J1-93 apresenta a razão $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ ligeiramente maior que 1, permanecendo nas demais o caráter sódico, estando o somatório dos álcalis em torno de 5. As razões $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ são consideravelmente superiores a 1, diferindo, portanto do caráter dos riolitos.

De fato, quando se analisa a figura 45, representando o diagrama $\text{CaO}/\text{K}_2\text{O}$ versus K_2O de SANTOS ET AL (1984), o conjunto de amostras em consideração se posiciona na sua maioria no campo dos *andesitos*, tendo apenas a amostra J1-93 posição no campo do *latitos*.

Ao utilizarmos as relações K_2O versus SiO_2 , conforme mostradas na figura 46 que representa o diagrama classificatório de PECERILLO & TAYLOR (1976), fica evidente uma ampla dispersão dos percentuais de K_2O e de SiO_2 , do que resulta uma variação de séries químicas entre cálcio alcalinas ricas em potássio até toleíticas pobres em potássio, passando ainda pela série cálcio alcalina normal.

Paralelamente, tres tipos petrográficos são também identificados, a saber: *andesito rico em potássio*, *dacito cálcio alcalino* e *dacito pobre em potássio*. Entretanto, o padrão cálcio alcalino das rochas em questão fica claramente evidenciado na figura 47, que representa o diagrama de covariância entre SiO_2 e FeO^*/MgO com a delimitação dos campos cálcio alcalino e toleítico segundo MIYASHIRO (1974). Tal fato é bastante coerente com os espécimes aqui classificados químico e petrograficamente e com a associação geológico-estratigráfica definida para as rochas dessa unidade.

Embora não se tenha utilizado qualquer dos diagramas clássicos para estudos de paleo ambiente geotectônico, pode-se assumir, com base nos tipos petrográficos e químicos e na associação estratigráfica com rochas komatiíticas e basaltos cálcio alcalinos, integrantes do Grupo Andorinhas, que também as rochas félsicas ter-se-iam formado em ambiente de *subducção* do tipo *arco de ilha*.

As expectativas metalogenéticas para essas rochas seriam para depósitos minerais de *Au*, *Pb* *Zn* e *Cu*.

TABELA 8. DADOS QUÍMICOS E LITOGEOQUÍMICOS DAS ROCHAS METAFÉLSICAS ANDORINHAS (FOLHA XINGUARA)

	JI-93	AT-167	JI-82	AT-76A	A	B	C
SiO ₂	60,60	65,70	68,90	69,10	67,10	66,80	72,82
Al ₂ O ₃	18,90	15,10	13,20	14,60	16,50	18,20	13,27
Fe ₂ O ₃	2,40	2,50	2,30	1,90	0,94	1,30	1,48
FeO	5,10	3,80	3,60	3,30	1,02	1,00	1,11
TiO ₂	0,73	0,83	0,63	0,63	0,28	0,60	0,28
MnO	0,05	0,07	0,06	0,05	0,04	0,10	0,06
CaO	1,10	3,50	2,50	1,10	3,90	3,20	1,14
MgO	3,40	2,00	3,00	2,30	1,60	1,50	0,39
Na ₂ O	2,20	3,20	3,00	3,00	5,23	5,00	3,55
K ₂ O	3,60	2,30	1,10	1,70	1,72	1,00	4,30
P ₂ O ₅	0,13	0,20	0,10	0,07	0,10	0,05	0,07
PF	1,10	0,64	1,60	1,60	-	-	-
H ₂ O	0,12	0,05	0,05	0,12	0,65	0,60	0,31
Total	99,43	99,89	100,04	99,47	99,08	99,36	96,76
FeO/Fe ₂ O ₃	2,13	1,52	1,57	1,74	1,09	0,77	0,75
Ba	960	550	300	550	650	250	
Sr	75	175	175	105	500	200	
Rb	109	425	43	73	-	-	
Ba/Rb	8,80	1,29	6,97	7,53	-	-	
Rb/Sr	1,45	2,42	0,24	0,69	-	-	
K/Rb	398	65	308	281	-	-	
Q	24,59	26,97	36,61	38,86	-	-	
C	9,87	1,47	2,81	6,13	-	-	
OR	21,66	13,70	6,60	10,27	-	-	
AB	18,95	27,29	25,79	25,96	-	-	
AN	4,69	16,18	11,94	5,11	-	-	
HY	14,91	8,59	11,32	9,38	-	-	
MT	3,54	3,65	3,38	2,81	-	-	
IL	1,41	1,58	1,21	1,22	-	-	
AP	0,31	0,47	0,24	0,17	-	-	
ID	43,55	54,26	62,41	64,83	-	-	
IP	1,63	0,71	0,36	0,56	-	-	
FAL	2,73	1,67	2,00	2,51	-	-	
P-LK	3,25	2,74	3,22	3,10	-	-	
NSIN	0,52	0,43	0,55	0,51	-	-	

A: DACITO (RIODACITO) ARQUEANO TIPO FI

B: DACITO DE ARCO MODERNO, SEG. CONDIE, 1981

C: MÉDIA DE 670 RIOLITOS SEGUNDO Le MAITRE, 1976

CLASSIFICAÇÕES PETROGRÁFICAS:

J-82: PLAGIOCLASIO-SERICITA-CLORITA-QUARTZO XISTO MILONÍTICO

J-93: PLAGIOCLASIO-MOSCOVITA-QUARTZO-BIOTITA XISTO

AT-167: MOSCOVITA-PLAGIOCLASIO-BIOTITA-QUARTZO XISTO MILONÍTICO

AT-76A: S; PETROGRAFIA

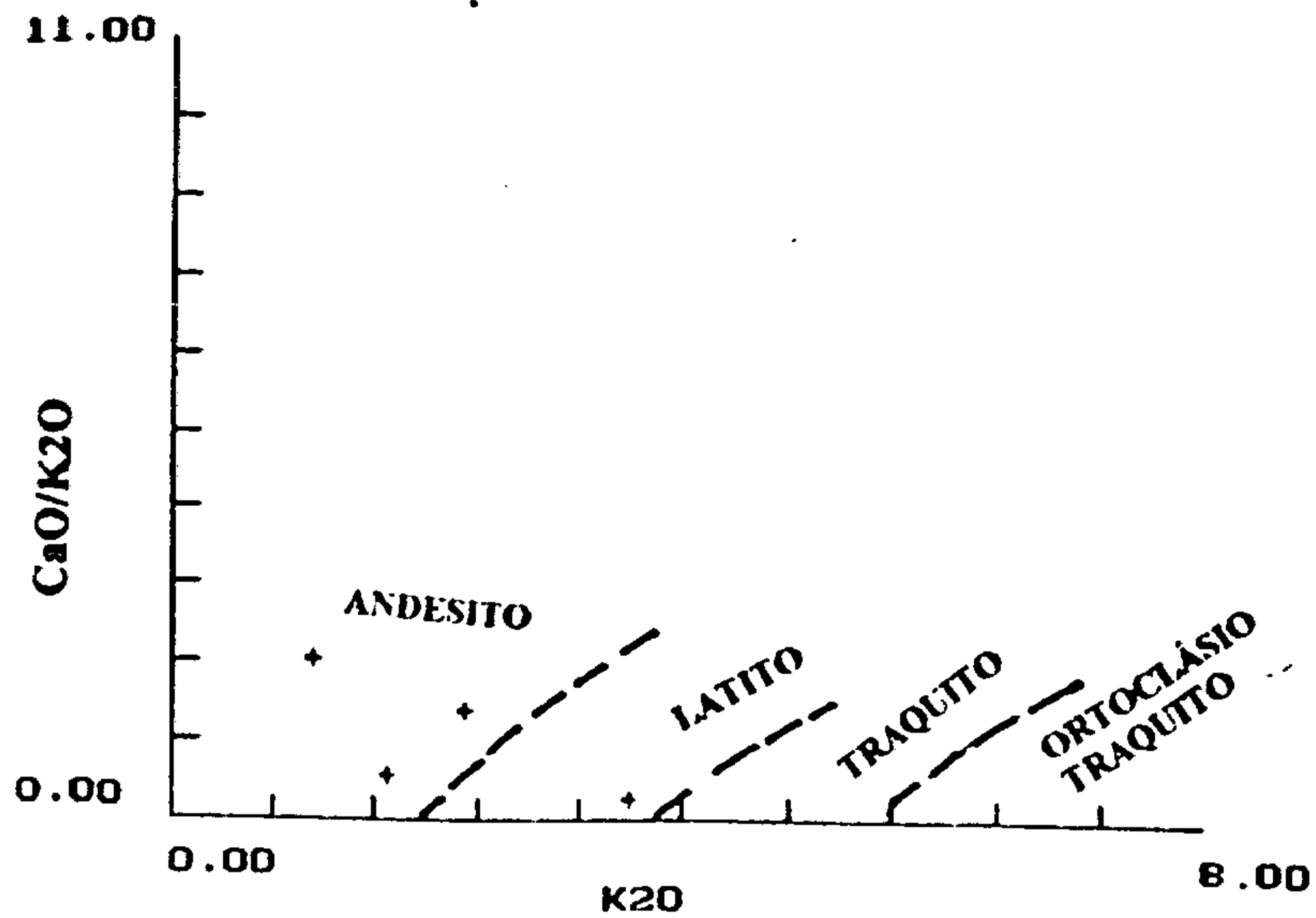
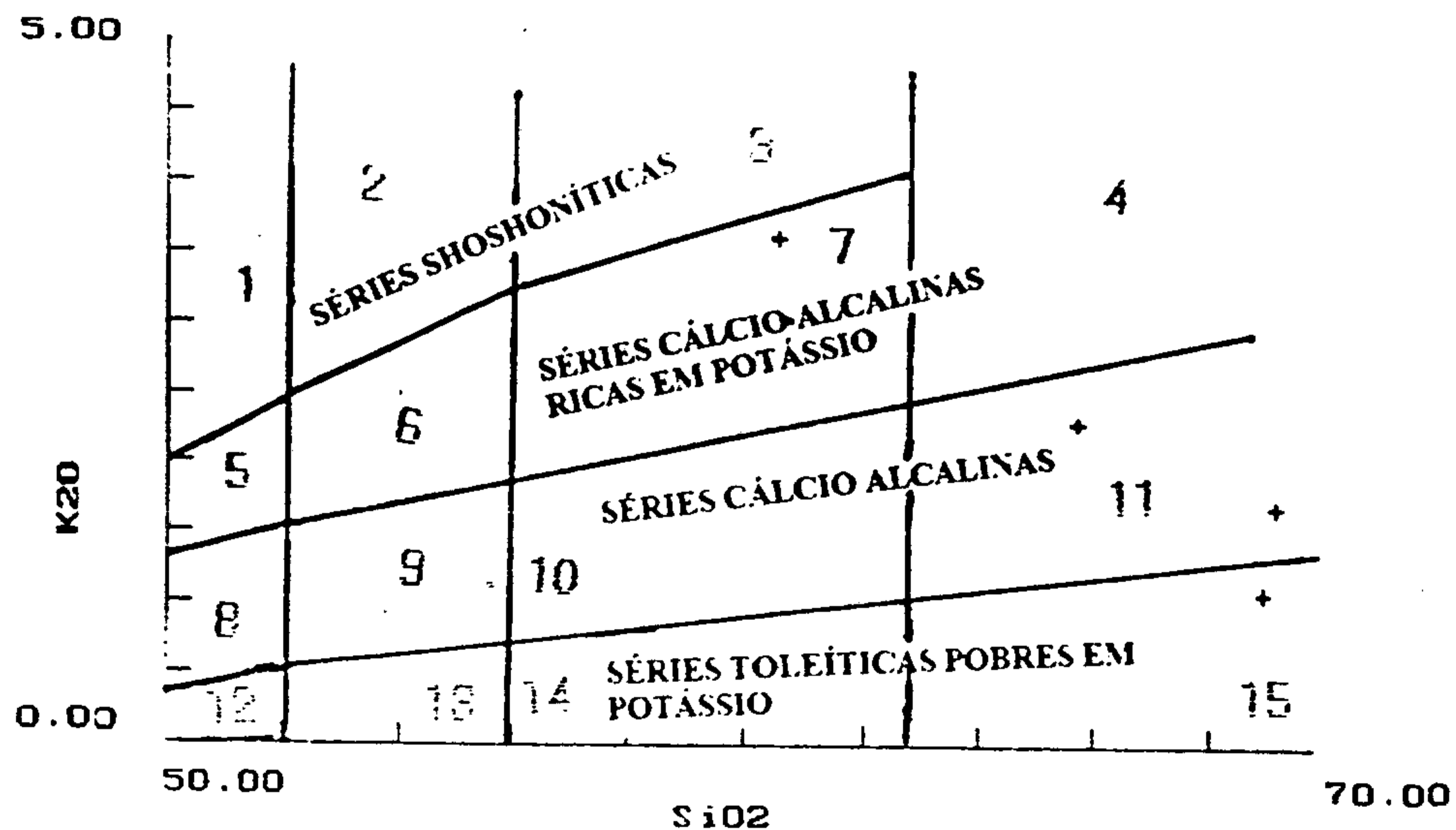
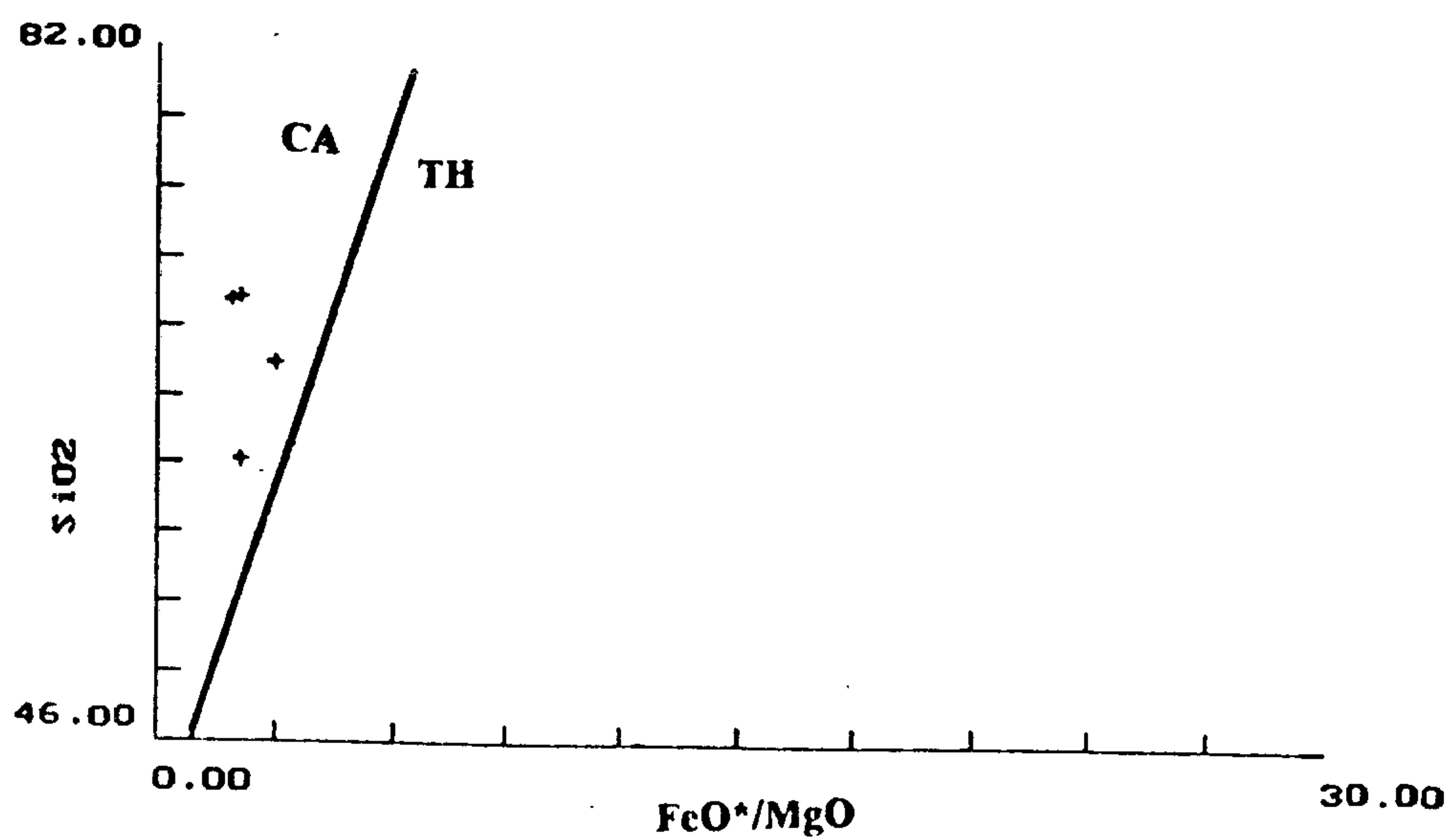


FIGURA 45. DIAGRAMA K2O VERSUS CaO/K2O DE SANTOS ET AL (1984), APLICADO AS METAFÉLSICAS ANDORINHAS, FOLHA XINGUARA



- 1- ABSOROKITO
- 2- SHOSHONITO
- 3- BANAKITO
- 4- DACITO RICO EM POTÁSSIO
- 5- BASALTO RICO EM POTÁSSIO
- 6- ANDESITO BASÁLTICO RICO EM POTÁSSIO
- 7- ANDESITO RICO EM POTÁSSIO
- 8- BASALTO (CÁLCIO ALCALINO)
- 9- ANDESITO BASÁLTICO
- 10- ANDESITO (CÁLCIO ALCALINO)
- 11- DACITO CÁLCIO ALCALINO
- 12- TOLEITO POBRE EM POTÁSSIO
- 13- ANDESITO BASÁLTICO POBRE EM POTÁSSIO
- 14- ANDESITO POBRE EM POTÁSSIO
- 15- DACITO POBRE EM POTÁSSIO

FIGURA 46. DIAGRAMA K2OxSiO2 DE PECCERILLO & TAYLOR (1976), APLICADO AS METAFÉLSICAS ANDORINHAS, FOLHA XINGUARA.



CA= CÁLCIO ALCALINO

TH= TOLEIÍTICO

FIGURA 47. DIAGRAMA FeO*/MgO VERSUS SiO2 DE MIYASHIRO (1974), MOSTRANDO O COMPORTAMENTO DAS METAFÉLSICAS ANDORINHAS, EM RELAÇÃO AO FERRO-MAGNESIANOS.

4. CONCLUSÕES

4.1. ROCHAS GRANITOIDES

4.1.1. TRONDHJEMITO MOGNO

- Nesta unidade é a presença de termos petrográficos e químicos do tipo *tonalito/trondhjemito*, ocorrendo ainda de maneira bastante subordinados, os tipos *quartzo diorito* e *granodiorito*, todos caracteristicamente *mesocráticos*;

- Os litótipos são *metaluminosos*, transicionais entre as séries *tonalítica-cálcio alcalina pobres em potássio* e com baixograu de diferenciação;

- Essas rochas ter-se-iam formado em ambiente *compressivo* do tipo *arco de ilha*, ou seja, correspondem aos granitoides do tipo T_{ia} , segundo a classificação geotectônica de BARBARIN (1990);

- As associações petrográficas, as características químicas bem como as inferências sobre a paleogeotectônica levam a concluir que se trata de rochas correlacionáveis aos granitoides *arqueanos* do tipo *TTG* e que seus protólitos teriam sido *anfíbolitos saturados em quartzo* ou *eclogitos*.

4.1.2. GRANODIORITO RIO MARIA

- Embora petrograficamente as amostras dessa unidade tenham sido classificadas sobretudo como *granodiorito/monzogranito* e até *tonalito*, do ponto de vista químico foram distinguidos três subgrupos de rochas *mesocráticas/melanocráticas*, a saber: (A)- *granito*; (B)- *tonalito e adamalito*; (C)- *quartzo-monzonito, quartzo monzodiorito e quartzo diorito*;

- São rochas *metaluminosas* do tipo "*low-Al₂O₃*", frequentemente *cálcio alcalinas* seguidas de tipos *tonalítico/trondhjemítico*, havendo ainda de maneira subordinada termos até *alcalinos*;

- Os graus de diferenciação variam de mais forte, nas amostras do subgrupo C. Entretanto, os granitoides da unidade em pauta apresentam-se bem mais diferenciados ou com maior grau de interação com a crosta sílica do que aqueles da unidade *Trondhjemito Mogno*;

- As rochas aqui analisadas seriam, segundo a classificação tectônica de BARBARIN (1990), transicionais entre os tipos T_{IA} (*toleítos de arco de ilha*) e H_{CA} (*cálcio alcalino pobre em potássio*). É possível ainda que os espécimes integrantes do subgrupo A sejam enquadrados no tipo H_{LO} (*granitoides cálcio alcalinos ricos em potássio e pobres em Ca*), gerados em zonas *tardi a pós-colisionais*.

4.1.3. TONALITO ARCO VERDE

- A população de 24 (vinte e quatro) amostras representativa dessa unidade é heterogênea, tanto do ponto de vista petrográfico microscópico quanto químico/petroquímico. Ao microscópio foram identificados tipos petrográficos como *monzogranitos, granodioritos, trondhjemitos e tonalitos*, enquanto que com base nos percentuais dos óxidos dos elementos maiores dois subgrupos foram caracterizados, sendo um tipicamente *tonalítico* e o outro *trondhjemítico/granodiorítico*;

- Trata-se de rochas *metaluminosas* a levemente *aluminosas*, das séries *tonalítica (arco de ilha)* e *cálcio alcalina*. Embora haja variações quanto ao grau de diferenciação, definidos a partir das razões Rb/Sr e/ou K/Rb, constata-se, neste contexto, que a maioria das amostras assemelha-se aos padrões verificados na unidade *Granodiorito Rio Maria*;

- Do ponto de vista geotectônico os dados petroquímicos permitem inferir que as rochas aqui consideradas se formaram em ambiente *compressivo colisional pre-placa*, tratando-se de rochas semelhantes aos granitoides do tipo *TTG*. Ainda segundo a classificação de BARBARIN (1990) as rochas da unidade em pauta podem ser classificadas entre os tipos T_{LO} e H_{CA} , ou seja variando entre zonas de *subducção e tardi-colisionais*.

4.1.4. MONZOGRANITO XINGUARA

- Embora as 34 (trinta e quatro) amostras dessa unidade sejam classificadas ao microscópio como essencialmente *granitos*, do ponto de vista químico foram identificados quatro grupos, ou fácies químicas: *granitos-granodioritos +/- evoluídos, granitos bem evoluídos, granodioritos e monzodioritos*;

- O conjunto de rochas dessa unidade varia de *metaluminoso mesocrático a peraluminoso leucocrático* e corresponde a uma associação tipicamente *cafêmica*, subtipo *subalcalino (monzonítico)*, meso a *leucocrático*. Equivalem aos "*granites rouges*" de DIDIER & LAMEYRE (1972);

- As relações entre os elementos litófilos Rb, Ba e Sr indicam rochas graníticas *altamente evoluídas*, a exceção daquelas integrantes do subgrupo 4, mais mesocrático (AT-174, JI-34 e JI-36);

- As rochas dessa unidade ter-se-iam formado em ambiente tipicamente *compressivo*, com predomínio de rochas *tardi-orogênicas* e com considerável interação crustal *sincolisional*. A exceção das amostras do subgrupo 4, citado anteriormente, as demais apresentam característica de *granitos orogênicos* do tipo C_{CI} (*granitos crustais peraluminosos intrusivos*), de origem *crustal* e formados em zonas *pós-colisionais*, segundo a classificação de BARBARIN (1990);

- Do ponto de vista metalogenético, a presença de rochas *peraluminosas, subalcalinas, ricas em potássio* e em Rb é sugestiva de potencial metalogenético para elementos pegmatófilos, com destaque para *Sn, Nb e Ta*.

4.1.5. SIENOGANITO REDENÇÃO

- Os estudos microscópicos de 13 (treze) amostras dessa unidade permitiram classificar litótipos como sieno e monzogranitos. Entretanto, com base em suas características químicas essas rochas formam 3 (tres) subgrupos correspondentes a *granitos, adamelitos e a granodioritos*;

- São rochas *metaluminosas* variando de *leuco a mesocráticas* e que pertencem às séries *calcio alcalinas e alcalinas*;

- De acordo com a concepção de BARBARIN (1990), as características químicas dessas rochas permitem-nos correlacioná-las aos *granitos alcalinos*, do tipo *A*, de origem *mantélica*, formados em ambiente de "*rift*" ou em zonas de *domeamento*;

- As expectativas metalogenéticas, especialmente para o subgrupo de rochas bem diferenciadas (AT-19B, AT-51B E JI-30A), tendo em vista os altos índices de diferenciação e os altos teores em Rb, apontam para enriquecimento e/ou mineralização de elementos pegmatófilos como *Sn, Ta, Nb, Zr e ETR*.

4.2. ROCHAS SUPRA CRUSTAIS (GRUPO ANDORINHAS)

4.2.1. ROCHAS METABÁSICAS E METAULTRABÁSICAS

- As rochas metabásicas apresentam características químicas compatíveis e semelhantes àquelas dos *toleitos MORB* e de *arco de ilha*, denotando-se excepcionalmente teores de elementos litófilos bem elevados e indicativos de alto grau de interação entre magmas básicos e material de crosta sílica;

- O metamorfismo de *grau baixo* a que foram submetidas essas rochas e o registro de *epidotização* podem ser considerados como fatores positivos para o enriquecimento de elementos metalogenéticos como *As, Au e Sb*;

- Os termos metaultrabásicos, considerados segundo os seus padrões dos óxidos dos elementos maiores enquadram-se no padrão das rochas *komatiíticas*, ou seja: $CaO/Al_2O_3 > 1$, $MgO > 9\%$, $K_2O < 0,9\%$ e $TiO_2 < 9\%$;

- A partir das relações dos óxidos MnO, TiO₂ e P₂O₅, pode-se inferir o ambiente de *arco de ilha* como o mais provável para a formação dessas rochas;

- Do ponto de vista metalogenético essas rochas teriam prespectivas para mineralizações de *Au, Ni, Pt, Cr e Cu*.

4.2.2. ROCHAS METAFÉLSICAS

- O pequeno conjunto de rochas metamórficas aqui analisado tem padrões químicos, a nível dos óxidos dos elementos maiores, compatível com rochas vulcânicas *intermediárias* do tipo *andesito*, com pequena variação para *dacito pobre em potássio*;

- Pela sua associação de campo com rochas metabásicas e metaultrabásicas deduz-se que também tenham sido formadas em ambiente geotectônico do tipo de *arco ilha*;

- Ainda pela sua associação petrológica e natureza metamórfica considera-se que seja favorável a concentrações minerais de *Au, Pb, Zn e Cu*;

- O conjunto dessas rochas metamórficas vulcânicas do Grupo Andorinhas pode ser considerado como semelhante aos cinturões do tipo "*greenstone belts*" do *Arqueano/ Proterozoico Inferior*.

5. 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.: *Trondhemites, 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.
- MARTIN, H. *The mechanisms of petrogenesis of the Archean continental crust - Comparison with modern processes*. Lithos, 30 p. 373-388. 1993.
- MIYASHIRO, 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. 1981
- SANTOS