

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO CACHOEIRINHA
RELATÓRIO FINAL
VOLUME VI

**ESTUDOS PETROQUÍMICOS PRELIMINARES SOBRE
AS ROCHAS DO PROJETO CACHOEIRINHA - INDI-
CAÇÕES GEOLÓGICAS E TEMAS PARA DEBATE**

Valter José Marques

Emiliano Cornélio de Souza

96
I

CPRM - DIDOTE	
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	1692
N.º de Volumes:	6 v. 6-S
Phl	009952



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

1985

PROJETO CACHOEIRINHA

Equipe Executora

Valter José Marques

Emiliano Cornélio de Souza

Colaboração Especial

Jayme Buarque de Gusmão

Alicéa Nuermberg Lauer

PROJETO CACHOEIRINHA

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

- | | | |
|------------|-------------|--|
| VOLUME I | - TEXTO | - PARTE I |
| VOLUME II | - ANEXO I | - Mapas geológicos, previsional e de afloramentos |
| VOLUME III | - ANEXO II | - Fichas de ocorrências minerais |
| VOLUME IV | - ANEXO III | - Resultados analíticos - Folhas Bodocó, Jardim e S. José do Belmonte |
| VOLUME V | - ANEXO IV | - Resultados analíticos - Folhas Serra Talhada, Itaporanga e Piancó |
| VOLUME VI | - APÊNDICE | - Estudos Petroquímicos preliminares sobre as rochas do Projeto Cachoeirinha - Indicações geológicas e temas para debate |

APRESENTAÇÃO

O relatório em apresentação contém os dados relativos ao Projeto Cachoeirinha que objetivou o mapeamento de uma área de 18.000km² e a avaliação de seus recursos minerais.

O presente volume é uma contribuição do Departamento de Pesquisa Geológica da CPRM e contém estudos petroquímicos preliminares sobre as rochas do Projeto Cachoeirinha com indicações geológicas e temas para debate.

ESTUDOS PETROQUÍMICOS PRELIMINARES SOBRE
AS ROCHAS DO PROJETO CACHOEIRINHA
Indicações geológicas e temas para debate

Por: Valter José Marques
Emiliano Cornélio de Souza

Colaboração especial de:
Jayme Buarque de Gusmão
Alicéa Nuernberg Lauer

INTRODUÇÃO

O presente parecer foi emitido a partir de 57 análises químicas de rochas coletadas pelo Projeto Cachoeirinha, abrangendo os mais diversos litotipos. Na discussão dos dados obtidos poder-se-á observar que não houve uma programação adequada no Projeto, com vistas a este tipo de estudo. Tal fato deverá ser corrigido em projetos vindouros semelhantes, considerando-se que além das cartas em escala de semidetalhe, com litotipos cartografados acuradamente tais documentos devem proporcionar um avanço no conhecimento de outras dimensões geológicas como tempo e energia.

Este é o ponto de vista das equipes de Geologia e Metalogenia do Departamento de Pesquisa Geológica da CPRM, resultante da reavaliação e discussão dos trabalhos de levantamentos geológicos básicos executados pela CPRM nos últimos 15 anos.

Por outro lado, o presente esforço, que se realiza no sentido de dotar o País de cartas tectônicas e metalogenéticas, esbarra, quase sempre, na obtenção de dados que propiciem uma melhor qualificação dos terrenos, em sua maior parte já razoavelmente conhecidos; em verdade pode-se afirmar que em termos de confecção destas cartas e da previsão/avaliação mineral das unidades tectono/estratigráficas é muito melhor dispor de um pequeno número de cartas em escala de semidetalhe, com bons dados geocronológicos,

petroquímicos, estruturais e de cadastramento mineiro do que um grande número de cartas carentes destas informações.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O trabalho petroquímico normalmente baseia-se no método de erro e tentativa; claro está que se parte sempre para testar as hipóteses geologicamente mais prováveis, conforme os conhecimentos disponíveis. No presente caso os dados de campo (cartografia) permitiram levantar uma série de hipóteses sem, contudo, permitir uma opção melhor embasada por qualquer delas em termos quantitativos, o que como se verá a seguir pode ser feito a partir do tratamento dos dados químicos. Um completo tratamento estatístico das amostras não será incorporado ao Projeto tendo em vista os cronogramas a serem cumpridos, mas esse trabalho será conduzido, pelo DEPEG, objetivando obter interpretações que possam ser utilizadas, futuramente, na continuação da cartografia geológica da região.

O pequeno número de amostras analisadas não permitiu, por outro lado, que se identificasse e caracterizasse, com certeza, as subpopulações rochosas sugeridas pela cartografia geológica como granitos tipo Serrita, Itaporanga, Conceição, etc. Contudo, a amostragem pode ser manipulada com sucesso, obtendo-se resultados bastante conclusivos de um lado, e de outro sendo levantados os pontos frágeis na amostragem, os quais deverão ser futuramente corrigidos.

TRATAMENTO DOS DADOS

Conforme esclarecido em parágrafos precedentes, na impossibilidade de se realizar em tempo hábil uma estatística mais fina, o trabalho foi iniciado pela divisão das amostras em uma população granítica e outra básica, as quais tiveram seus índices petroquímicos calculados por processo computadorizado e plotados manualmente em diversos diagramas binários e ternários, cujos resultados passaremos a discutir.

Rochas básicas: Um dos principais problemas em suítes metamorfizadas é a utilização de diagramas baseados na premissa de que a composição química original foi preservada; embora no presente caso não haja evidência de migrações metamórficas, um diagrama como o de FLOYD & WINCHESTER (1975) utilizando elementos considerados imóveis (TiO_2 x Zr) é sempre bem vindo (fig. 1).

A fig. 1 indica que de 18 amostras, 13 caem no campo dos basaltos toleióticos continentais indicando ambiente geotectônico tipo "rift" para as sequências analisadas; das restantes 5 amostras, 4 têm índices muito mais próximos do campo dos toleióticos continentais (4, 10, 11, 18) do que dos oceânicos e apenas uma (12) cai no campo dos basaltos alcalinos continentais.

A classificação petrográfica e a unidade tectono-estratigráfica de cada amostra conforme definidas pelo Chefe do Projeto podem também serem vistas no quadro da figura mencionada.

Por outro lado, a plotação no diagrama $CaO - MgO - Al_2O_3$ (fig. 2) de VILJOEN & VILJOEN (1969) in Condie, 1981, mostra que se trata de uma suíte komatiítica-toleiótica continental com um "trend" verticalizado em forma de "bumerangue" muito semelhante ao observado por estes autores, indo de um polo inferior muito aluminoso a outro extremo muito magnésiano.

Rochas graníticas: Em continuação às "pistas" levantadas nos estudos petroquímicos das suítes básicas, apresenta-se, a seguir, para as rochas plutônicas graníticas, os índices e gráficos petrogenéticos que permitiram inferir as condições físico-químicas de cristalização destas rochas.

1 - INTRODUÇÃO

O estudo foi desenvolvido em um lote de 35 (trinta e cinco) amostras de rochas granitóides, distribuídas geograficamente da seguinte maneira:

- 6 amostras na Folha Bodocó
- 10 amostras na Folha Itaporanga
- 12 amostras na Folha Jardim

5 amostras na Folha São José do Belmonte

2 amostras na Folha de Piancó

Tais amostras estão agrupadas petrograficamente da seguinte maneira:

1 - Granito Itaporanga	- 3 amostras
2 - Granito Conceição	- 12 amostras
3 - Granito Indeterminado	- 4 amostras
4 - Granito Serrita	- 4 amostras
5 - Granito Alcalino	- 3 amostras
6 - Metavulcânicas Félsicas	- 4 amostras
7 - Granito Filoniano	- 2 amostras
8 - Ortognaisse Tonalítico	- <u>3 amostras</u>
	35 amostras

2 - INTERPRETAÇÃO PETROQUÍMICA

2.1 - Representatividade Estatística

Este é o fator principal pelo qual os diversos gráficos aplicados não permitiram uma interpretação e caracterização segura dos oito agrupamentos. De acordo com a prática estatística seria necessário um número maior de amostras para cada agrupamento e, no caso presente, toda a população totaliza apenas 35 amostras.

Em decorrência dessa deficiência, todas as amostras analisadas podem apenas ser interpretadas como uma única população, muito embora, em alguns casos possam ser feitas referências a grupos específicos, exigindo entretanto, muita precaução na interpretação dos resultados.

2.2 - Caráter Aluminoso

Todas as rochas analisadas são tipicamente peraluminosas conforme se constata pela relação molecular $Al_2O_3 / CaO + Na_2O + K_2O$ em que os valores são sempre maiores do que 1. De acordo com SHAND (1947) estas rochas podem conter moscovita, biotita, corindon, turmalina, topázio ou granada almandina espessartita e constituem pro

ditos típicos de magmas ácidos, hídricos, de baixa temperatura, e pertencem aos estágios finais de uma série magmática.

2.3 - Índice de Cor

O cálculo do Índice Normativo de Coloração, com base nos minerais normativos CIPW, indicou tratar-se de rochas essencialmente leucocráticas com índice variando de 1,60 a um máximo de 22,70.

2.4 - Índice de Diferenciação

A aplicação do Índice de Diferenciação de THORNTON & TUTTLE (1960) colocou o conjunto de rochas predominantemente na média das rochas graníticas (80) de DALY (1914 in TUTTLE & BOWEN, 1958), havendo apenas cinco delas que mais se aproximam da média dos granodioritos (67) e oito são mais típicas da média dos granitos alcalinos (93).

2.5 - Índice Petrogenético

Os Índices Petrogenéticos (IP) são na maioria superiores a 1 e apenas 37% apresentam valores menores que a unidade. De acordo com ENGEL et alii (1974) aquelas rochas com IP superior a 1 indicam séries que evoluíram em ambientes continentais ou arcos mais antigos, enquanto aquelas com valores inferiores a unidade seriam típicas de primitivas margens continentais e ambientes transicionais tipo arco-crosta oceânica.

2.6 - Índice de Alcalinidade

O diagrama SiO_2 x RA (razão de alcalinidade de WRIGHT, 1969) (fig. 3) separa as amostras nos campos alcalino (10 amostras), cálcio-alcalino (18) e peralcalino (2), sendo estas últimas aquelas que foram classificadas como alcalinas. Este diagrama parece aplicar-se melhor do que aquele proposto por BARKER & ANTHE (1976, pág. 598), uma vez que o mesmo foi originalmente idealizado por KUNO (1968, pág. 627) para separar rochas basálticas nos cam

pos toleiíticos/high-alumina basalto/"alkali-olivina" basalto. Ainda no diagrama AFM apresentado por BARKER & ARTH (op. cit.), fig. 4, os granitos estão posicionados nos campos cálcio-alcálico (trend-trondhjemitico) e alcalino.

2.7 - Classificação

Utilizando o diagrama Ab-Or-An de O'CONNOR (1965, in COLEMAN, 1977, pág. 51) fig. 5, observa-se que a maioria das amostras encontra-se no campo dos granitos e em menor proporção no campo dos adamelitos e trondhjemitos; pode-se ver, ainda, que as diversas suítes apresentam "trends" mais ou menos peculiares mas sempre com uma origem no campo dos trondhjemitos continentais (CT).

2.8 - Ambiente Tectônico

A interpretação do ambiente tectônico que gerou estas rochas é tentativamente proposta a partir dos Índices Petrogenéticos referidos no item 2.5, bem como pelo diagrama de COLEMAN (1977) e pelos índices de PETRO et alii (1979, pág. 229). Os parâmetros destes autores aplicados às rochas analisadas indicam ambiente distensivo já que os valores da média das 12 (doze) amostras com SiO_2 superior a 70% em peso coincidem com aqueles propostos para os granitos distensivos.

Ainda, calculando a frequência de distribuição dos índices de diferenciação, observou-se uma distribuição unimodal, o que segundo os mesmos autores é característico de suítes distensivas.

Finalmente, considerando-se a presença constante de dois feldspatos, estes granitos acham-se incluídos na classificação de granitos subsolvus de TUTTLE & BOWEN (1958).

2.9 - Possível Procedência

RAJU & RAO (1973) a partir de um diagrama K-C-N delimitam o campo para os granitos magmáticos (fig. 6) e nele está situada a maioria das amostras estudadas; já no campo dos granitos

metassomáticos acham-se posicionadas especialmente as amostras dos granitos ditos "indeterminados", os granitos alcalinos e as amostras das metavulcânicas félsicas.

A aplicação do diagrama A-C-F em proporção molecular para distinguir os granitos I e S conforme sugerido por TAKAHASHI et alii (1980) não revelou resultados satisfatórios devido aos altos valores de Al_2O_3 (fig. 7). Não obstante, a posição das amostras parece aproximar-se mais dos granitos do tipo S.

Por outro lado, estudos no sistema Q-Ab-Or, utilizando os dados de von PLATEN (1965, citado por WINKLER, 1977, pág. 223), mostraram que na razão média destes três minerais normativos, 28,82: 42,15: 28,96 o valor de Ab, aliado à média da razão Ab/An em torno de 3 para o conjunto de rochas tipicamente graníticas, é bastante sugestivo de ambiente de altas pressões (7.000-10.000 Kb), portanto, também de alta temperatura e grande profundidade.

Ainda, utilizando o diagrama da fig. 8, proposto por ISHII HARA (1977) observa-se que os plutons estudados pertencem a uma suíte magnetítica, característica de magmas gerados em grande profundidade onde o oxigênio era pouco disponível. Este dado, aliás, é compatível com as demais conclusões petroquímicas ora apresentadas. O elevado e consistente teor em Al_2O_3 , observado em toda a suíte plutono-magmática, e os dados petrográficos, conduzem à conclusão de que se está em presença de uma suíte tonalítica-trondhjemitica proveniente de um magma basáltico original, antes que de magmas andesíticos pobres em K, conforme proposto por BARKER & ARTH (1976) o que, também, é concordante com as demais conclusões petroquímicas (fig. 9).

Segundo estes autores a geração de líquidos tonalíticos-trondhjemiticos ricos em Al_2O_3 ($\geq 15\% Al_2O_3$) se dá em ambientes compressivos ou distensivos a partir da cristalização de um líquido basáltico hidratado ou pela fusão parcial de metabasalto, com a separação de granada e/ou hornblenda residuais; ainda mais, processos deste tipo são restritos a profundidades inferiores a 60 km, levando-se em conta a estabilidade da hornblenda (se gerados em profundidades maiores seria de se esperar restitutos granadíferos e eclogíticos).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O estudo petroquímico, conduzido sobre as análises químicas elaboradas pelo Projeto Cachoeirinha, conduz aos seguintes resultados:

A suíte plutono-vulcânica estudada, possui caráter forte mente komatiítico (toleiítico continental), tendo se formado sob condições distensivas a partir de magmas gerados a grande profundidade. Os plutonitos ácidos parecem ter cristalizado a partir de um magma inicial trondhjemitico, aluminoso, de alta temperatura. A sequência de diferenciação parece pertencer a um magma original toleiítico mais do tipo pigeonético (alta temperatura e pobre em O_2) do que hiperstenítico, KUNO (1968), o que segundo MARQUES et alii (1982) não favoreceria a concentração de paragênese do tipo Cu-Pb-Zn nos últimos diferenciados. Da mesma forma o caráter magnético dos granitos indica maior potencialidade para Au, Cu, Mo (ISHIHARA, 1981), mas não metais como Sn e W.

Considerando que as rochas basálticas komatiíticas são raras nos terrenos pós-Arqueanos - 5 amostras nas 20.000 estudadas por BROOKS & HARTH (1974), além de uma ocorrência citada por CALE (1973, in BROOKS, op. cit.) sugere-se, mesmo sem dados geocronológicos que as sequências magmáticas ora em consideração possam pertencer a terrenos do tipo "greenstone belt". Esta hipótese, aqui definida por argumentos petroquímicos, encontra respaldo também em dados litoambientais e estruturais e tem profunda implicação metalogenético-previsional, realçando a potencialidade da área para Au de um lado, ao tempo que lhe diminui as perspectivas para mineralizações graníticas do tipo Sn-W e sulfetos exceto, talvez, em menor grau de Cu e Mo.

Recomenda-se, no futuro, investimentos, do ponto de vista geológico, em análises geocronológicas e químicas (rocha total) para melhorar o conhecimento adquirido, caracterizando subpopulações rochosas e suas potencialidades metalogenéticas. Do ponto de vista prospectivo recomenda-se concentrar os esforços na prospecção de Au, iniciando-se por um bom cadastramento das mineralizações conhecidas, incluindo aquelas de ferro seguido de estudos litoambien

tais e estruturais que permitam a elaboração de cartas metalogenéticas e previsionais, de caráter geral e outras para substâncias específicas em escala de semidetalhe.

Rio de Janeiro, 08 de fevereiro de 1985

VALTER JOSÉ MARQUES

EMILIANO CORNÉLIO DE SOUZA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARKER, F. & ARTH, J.G. Generation of trond-jemite-tonalitic liquids and Archean bimodal trondjemite-basalt suites. Geology, Boulder, 4: 596-600. 1976.
- BROOKS, C. & HARTH, C.R. On the significance of komatiite. Geology, Boulder, 2 (2): 107-10. 1974.
- COLEMAN, R.G. Ophiolites. Berlin, Springer Verlag, New York. 1977. 229p.
- CONDIE, K.C. Archean greenstone belts. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1981. 443 p.
- ENGEL, A.E.J. et alii. Crustal evolution and global tectonics: A petrogenic view. Bul. Geol. Soc. Am., Boulder, 85: 843-858, June 1974.
- FLOYD, P.A. & WINCHESTER, J.A. Magma Type and tectonic setting discrimination using immobile elements. Amsterdam, Earth and Planetary Science Letters, 27: 211-28, 1975.
- ISHIHARA, S. et alii. The magnetite - series and ilmenite-series granitic rocks. Mining Geol., Tokyo, 27: 293-305, 1977.
- ISHIHARA, S. The granitoid series and mineralization. Economic Geology, Lancaster, p. 458-84, 1981.
- KUNO, H. Differentiation of basaltic magmas in basalts. The Poldevaart treatise on rocks of basaltic composition. In: HESS, H. Basalts the Poldevaart treatise on rocks of basaltic composition. New York, Intersci. Publ., 1968. v. 2, p. 625-88.
- MARQUES, J.V. et alii. Aplicação de estudos petroquímicos à pesquisa mineral de suítes vulcanogênicas em Bom Jardim de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31, Camboriú, 1980. Anais do..., Camboriú, SBG, 1980. v. 4, p. 2082-2103.
- PETRO, W.L. et alii. Major element chemistry of plutonic rock suites from compressional and extensional plate boundaries. Amsterdam, Chemical Geology, 26: 217-35, 1979.



CPRM

- RAJU, R.D. & RAO, J.S.R.K. The Petrochemistry of some Indian granitic rocks. Spec. Publ. Geol. Soc. S. Afr., Johannesburg, 3: 433-441, 1973.
- SHAND, S.J. Eruptive rocks. 3rd ed. - New York, Hafner Publishing Company, 1947. 482 p.
- TAKAHASHI, M. et alii. Magnetite-series/Ilmenite-series vs. I-type/S-type granitoids. In: Ishihara Shunso & Takenouchi Sukune, Granitic magmatism and related mineralization, Tokyo, Mining Geology Special Issue, n^o 8, 1980, p. 13-28.
- THORNTON, C.P. & TUTTLE, O.F. Chemistry of igneous rocks: I. differentiation index. American Journal of Science, New Haven, 258: 664-84, 1960.
- TUTTLE, O.F. & BOWEN, N.L. Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi₃O₈-KAlSi₃O₈-SiO₂-H₂O. New York, Published by the Geological Society of America, 1958. 153 p. (The Geological Society of America Memoir 74).
- WINKLER, H.G.F. Petrogênese das rochas metamórficas. Porto Alegre, Editora Edgar Blücher Ltda, 1977. 254 p.
- WRIGHT, J.B. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. Geol. Mag., Cambridge, 106 (4): 370-84, 1969.

AMOSTRA	CLASSIF. PETROGRÁFICA	K	C	N	Q	A	F	ID	RA	POX	IP	F	CNP	EP	A	P	M	CI	AB	OR	AN	IC	A	C	F
VM-01 (1a)	GR. PORFIRÍFICO	38,18	20,09	41,73	27,41	49,91	22,68	85,80	0,43	0,80	0,82	67,67	20,61	68,79	73,73	17,32	8,94	2,49	54,61	31,21	14,18	10,69	75,38	11,55	13,30
VM-48a (2a)	GR. PORFIRÍFICO	45,50	26,52	29,98	10,13	61,52	28,35	69,34	0,33	0,48	1,30	59,26	29,45	61,01	51,89	27,96	20,15	14,94	43,04	38,99	17,97	16,61	57,53	15,23	27,30
834b (26a)	BIO-QZ-DIORITO	32,68	31,04	35,28	27,12	40,32	32,56	70,70	0,30	0,36	0,81	73,24	31,24	72,11	48,44	37,41	14,16	12,49	49,58	27,89	22,53	16,51	61,82	14,25	24,00
VM-31 (3b)	GRANDIORTITO	33,93	34,89	31,18	15,53	51,02	33,45	66,06	0,34	0,44	0,97	59,93	30,82	68,02	45,46	32,13	22,42	18,30	47,06	31,98	20,97	20,46	54,22	16,98	28,88
VM-116 (4b)	BT-HORN-GRND	38,85	30,87	30,38	19,59	50,96	29,45	68,80	0,34	0,40	1,15	62,79	31,65	64,62	46,53	33,08	20,40	16,37	44,17	35,38	20,45	17,51	55,92	15,00	29,15
VM-360 (5b)	HORN-BT-GRND	35,25	29,42	35,33	29,42	41,37	29,16	78,62	0,36	0,36	0,89	76,32	30,51	69,79	65,42	26,17	8,41	7,00	48,50	30,21	21,29	16,03	69,30	16,63	14,15
MS-44 (14b)	QZ-MONZONITO	30,11	34,28	35,61	20,00	40,66	39,33	71,93	0,32	0,53	0,76	67,92	33,81	74,10	58,44	27,76	13,80	9,40	49,05	25,90	25,05	21,42	62,83	17,62	19,63
MS-294 (15b)	BIO-QZ-MONZONITO	49,38	23,02	27,60	23,19	51,24	20,57	79,39	0,29	0,45	1,60	75,00	30,97	56,45	66,84	24,59	8,57	6,67	38,97	43,55	17,48	13,28	72,29	12,99	14,78
JN-15 (21b)	RIOLITO	35,81	18,84	45,36	23,14	59,87	16,99	87,41	0,50	0,87	0,71	62,96	12,27	69,81	70,79	17,82	11,39	2,99	61,24	30,19	8,57	6,43	73,11	10,97	15,98
JN-30 (22b)	GRANDIORITO	41,94	24,86	33,22	0,00	100,0	0,0	75,59	0,55	0,48	1,13	52,24	0,0	47,82	57,85	21,53	20,62	22,70	54,21	45,79	0,0	15,12	56,84	12,26	28,97
JN-86 (23b)	DIORITO	29,23	22,72	48,05	17,05	61,32	21,61	82,14	0,47	0,55	0,54	58,70	11,80	74,91	66,37	19,30	14,33	10,79	66,05	25,09	8,84	13,24	68,73	12,63	18,64
678c (32b)	QZ-DIORITO	42,63	23,74	33,63	33,71	45,76	20,53	74,46	0,29	0,39	1,13	72,58	26,20	63,13	51,49	34,83	13,68	10,90	46,59	36,87	16,54	11,68			
576A (33b)	QZ-DIORITO	41,86	5,22	52,92	39,18	59,04	1,78	88,03	0,40	0,67	0,71	79,40	1,47	67,26	64,64	27,70	7,66	4,01	66,27	32,74	0,99	2,74			
811 (34b)	GRANITO	45,20	20,34	34,56	29,01	51,09	19,90	82,52	0,38	0,59	1,17	73,57	24,09	61,79	68,91	22,52	8,57	5,77	46,90	38,21	14,88	11,94			
889 (35b)	TONALITO	29,88	37,67	32,45	22,63	36,67	40,70	64,51	0,27	0,34	0,82	65,85	38,97	74,02	43,60	36,71	19,69	15,17	45,18	25,98	28,84	21,16			
VM-115a (6c)	MICRO-GRND	39,39	11,30	49,31	35,88	52,53	11,60	87,94	0,42	0,75	0,71	72,68	9,92	69,00	68,12	22,70	9,18	3,02	62,15	31,00	6,84	5,90	84,56	6,11	9,35
MS-60a (16a)	ALTA-MICRO GRANÓIDE	60,53	6,72	37,76	50,00	46,46	3,94	87,39	0,26	0,78	1,65	77,78	8,08	48,53	67,56	24,80	7,64	2,77	44,61	51,47	3,92	3,36	80,82	3,09	16,10
MS-169e (17c)		9,52	19,43	71,06	2,58	72,43	24,98	77,69	0,50	0,43	0,12	64,40	2,80	92,48	50,90	31,14	17,96	19,67	89,89	7,52	2,59	11,92	61,14	8,71	30,18
MS-238 (18c)	GRANÓIDE	31,06	12,48	56,47	21,05	58,44	20,51	89,08	0,44	0,80	0,49	75,88	10,76	76,54	85,02	11,15	3,83	1,53	68,31	23,46	8,23	6,84	86,29	7,03	6,71
MS-119 (7d)	BIO-GRND	43,07	7,42	49,51	20,90	69,78	9,32	90,77	0,51	0,45	0,78	84,09	6,77	66,38	84,99	12,53	2,48	2,80	61,89	33,62	4,49	4,28	89,99	4,48	5,55
MS-317 (8d)		43,89	12,30	43,81	23,64	62,50	13,86	89,80	0,52	0,79	0,90	71,18	12,18	64,54	76,93	16,06	7,02	2,24	56,68	35,46	7,86	7,41	83,79	7,64	8,60
JN-191 (19d)	GRANITO	38,45	17,34	44,21	24,24	75,86	0,0	93,59	0,62	0,78	0,78	85,43	0,0	64,73	87,14	10,86	2,00	1,62	64,73	35,27	0,0	0,87	81,66	12,23	6,16
1176 (24d)	LEUCO-QZ-MONZONITO	48,56	9,06	42,38	31,75	58,63	9,58	89,75	0,44	0,80	1,02	73,04	10,46	60,95	81,14	13,49	5,38	1,60	54,58	39,05	6,38	5,37	84,66	5,04	10,32
MS-51b (9e)	SÍTIO ALCALINO	62,24	16,01	21,75	0,46	99,54	0,0	81,41	0,75	0,32	2,56	83,31	0,0	35,01	63,35	30,37	6,28	18,31	31,01	64,99	0,00	12,85	65,22	10,39	24,43
JN-41 (20a)	MICRO-GRANÓIDE	49,33	4,39	46,28	14,41	85,59	0,0	90,62	0,99	0,76	0,95	76,89	0,0	53,61	84,75	11,52	3,73	7,12	53,61	46,39	0,0	1,74	86,96	3,14	9,91
1098 (25a)	GR. ALCALINO	57,68	6,48	35,84	22,98	70,61	6,41	90,70	0,45	0,80	1,44	87,83	8,36	52,06	82,31	15,39	2,30	2,69	47,71	47,94	4,35	3,15	91,21	4,34	4,47
MS-96 (10f)	MICRO-GRANITO	35,98	5,48	58,60	32,89	61,92	5,19	90,29	0,44	0,69	0,55	90,48	3,11	72,91	74,74	22,70	2,55	3,53	70,64	27,09	2,27	3,81	84,75	2,73	12,52
MS-97b (11f)	VULC. ÁCIDA	88,09	8,85	3,06	57,32	12,38	0,30	92,74	0,26	0,96	25,71	81,70	30,38	7,41	47,35	42,27	10,38	2,14	5,16	92,59	2,25	0,60	69,71	3,23	27,07
MS-116 (12f)	META-EFUSIVA	47,96	3,21	48,83	34,83	63,89	1,23	88,36	0,41	0,75	0,88	79,88	1,17	62,26	70,39	23,31	6,31	3,37	61,54	37,74	0,73	1,88	84,67	1,54	13,80
MS-224 (13f)	QZ-PORFÍRICO	64,03	6,91	29,05	23,93	70,41	5,66	91,76	0,37	0,66	1,97	86,34	9,97	44,66	83,89	13,79	2,33	2,77	40,21	55,34	4,45	4,83	86,65	4,62	8,74
723b (27c)	QZ-MONZONITO	43,66	13,96	42,38	34,94	50,33	14,73	85,90	0,38	0,57	0,92	76,29	15,84	64,88	76,65	15,57	5,78	3,68	54,60	35,12	10,28	7,57	82,39	7,43	10,21
952 (28c)	BIO-GRANITO	61,25	8,68	30,07	36,30	56,72	6,98	86,57	0,29	0,53	1,82	82,54	13,53	47,62	72,35	22,62	5,04	4,74	41,18	52,38	6,44	5,59	81,84	4,75	13,43
826 (29c)	GRANDIORITO	55,34	13,46	31,20	34,40	55,40	10,21	81,88	0,30	0,31	1,59	81,68	16,95	51,08	62,92	30,12	6,96	7,83	43,25	47,92	8,83	6,64	76,01	6,93	17,10
957 (30c)	QZ-DIOR-GRANÓIDE	26,33	31,94	41,73	26,72	36,89	36,39	68,24	0,27	0,40	0,56	70,98	27,98	77,90	44,17	39,17	16,66	13,90	56,10	22,10	21,80	16,13	59,06	12,77	28,23
836 (31c)	QZ-DIORITO	51,38	15,80	32,82	32,73	55,11	12,17	78,70	0,30	0,21	1,40	79,09	17,75	55,43	58,19	32,92	8,89	9,79	45,59	44,57	9,84	6,85	71,90	7,55	20,55

IP = Índice Petrográfico : K_2O / Na_2O

ID = Índice de diferenciação de Thorton & Tuttle:

ID = $Q + Ab + Or + Nf$ (normativos)

CNP = Composição Normativa do Plagioclásio

$CNP = An \times \frac{100}{Ab + An + \frac{5}{3}Hc}$ (Irvine & Barragar)

F = Índice de Ferro = $\frac{(FeO + Fe_2O_3) \times 100}{FeO + Fe_2O_3 + MgO}$ (atomic amounts)

POx = Índice de Oxidação ou Grau de Oxidação de Niggli (Ox^o) = $\frac{Fe_2O_3}{FeO}$ $FeO^o = 0,91Fe_2O_3$

EP = Razão de feldspato = $\frac{P}{(I + F)}$ por 100 onde

P = plagioclásio, A = feldspato alcalino

IO = Índice de cristalização: IC = $(M + Di + Fe + Sp)$

CI = Índice normativo de coloração:

CI = $OI + Hy + Di + Mt + Il + Hm$

RA = Razão de alcalinidade de Wright (1969)

$RA = \log \frac{Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O}{Al_2O_3 + CaO - (Na_2O + K_2O)}$ Quando a rocha

houver $SiO_2 > 50\%$ e $1 \leq K_2O + Na_2O < 2,5$ a equação transforma-se para

$RA = \log \frac{Al_2O_3 + CaO + 2Na_2O}{Al_2O_3 + CaO - 2Na_2O}$

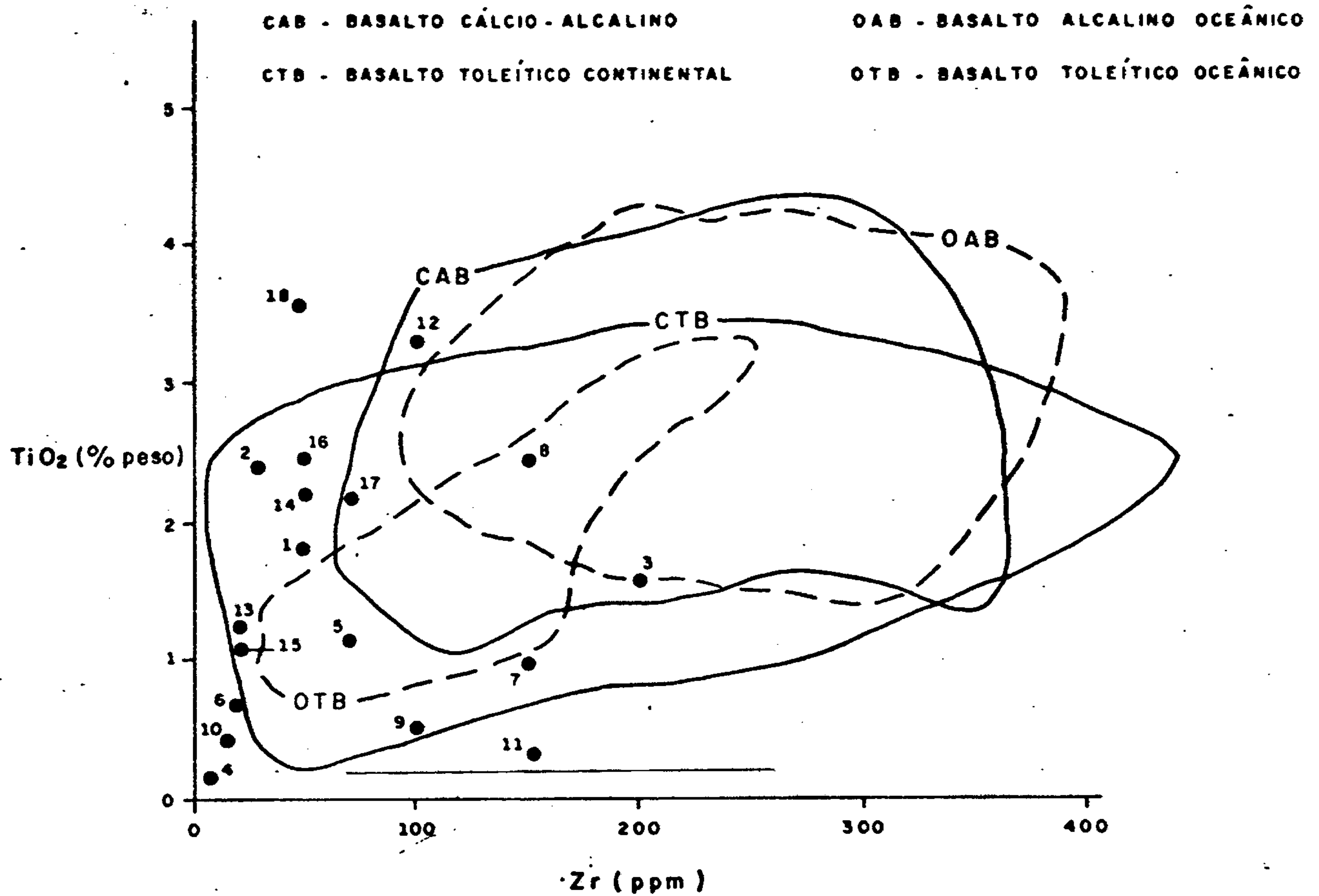


FIG. 1

TABELA DE CORRELAÇÃO PONTOS / Nº AMOSTRA / CLASSIFICAÇÃO

Nº PONTO	FOLHA	Nº DE CAMPO	CLASSIFICAÇÃO PETROGRÁFICA	UNIDADE TECTÔNICA
01	ITAPORANGA	572 - B	METABÁSICA	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR OROGÊNICO
02	ITAPORANGA	572 - D	METABÁSICA	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR OROGÊNICO
03	ITAPORANGA	635	METADIORITO	ROCHAS PLUTÔNICAS
04	PIANCÓ	1054	TREMOLITA-ACTINOLITITO	CINTURÃO VULCANO SEDI-MENTAR OROGÊNICO
05	PIANCÓ	1086	MELODIORITO	CINTURÃO VULCANO SEDI-MENTAR OROGÊNICO
06	PIANCÓ	1100	CLORITITO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
07	BELMONTE	JN-99	CALCO - CL - XISTO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
08	BELMONTE	JN-183	EPIDOTO - ANF - XISTO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
09	BELMONTE	JN-251	EPIDOTO - ANFIBOL.	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL - RIFT
10	BODOCÓ	VM-46	CLORITA-ANTOFILITITO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR INDETER. EMBASAMENTO
11	BODOCÓ	VM-75	ACTINOLITO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR INDETER. EMBASAMENTO
12	BODOCÓ	VM-85	ULTRABÁSICA	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR INDETER. EMBASAMENTO
13	BODOCÓ	VM-88 - A	ULTRABÁSICA	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR INDETER. EMBASAMENTO
14	SERRA TALHADA	805	ORTO-ANTOFILITO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
15	SERRA TALHADA	867 - A	META-ULTRAMAF.	
16	SERRA TALHADA	1017 - B	EPIDOTO - ANFIBOL.	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
17	SERRA TALHADA	1021	META - GABRO	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT
18	SERRA TALHADA	1027	MILONITO - GNAISSE (?)	CINTURÃO METAVULCANO SEDI-MENTAR SUB-PLATAFORMAL-RIFT

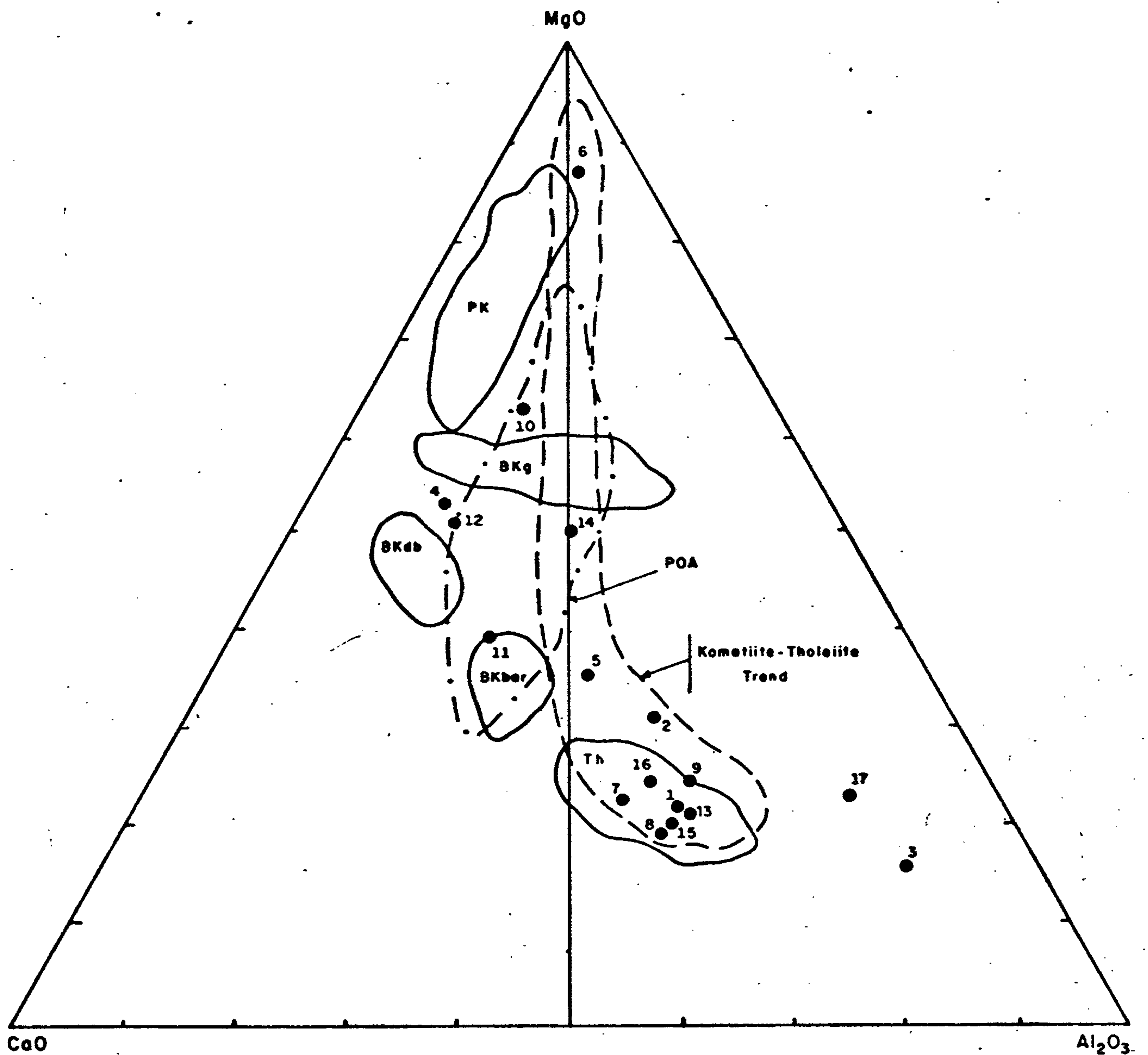


FIG. 2

PK - KOMATIITOS PERIDOTÍTICOS

Th - TOLEÍTOS

BKdb - KOMATIITOS BASÁLTICOS TIPO BADPLAAS

BKg - KOMATIITOS BASÁLTICOS TIPO GELUK

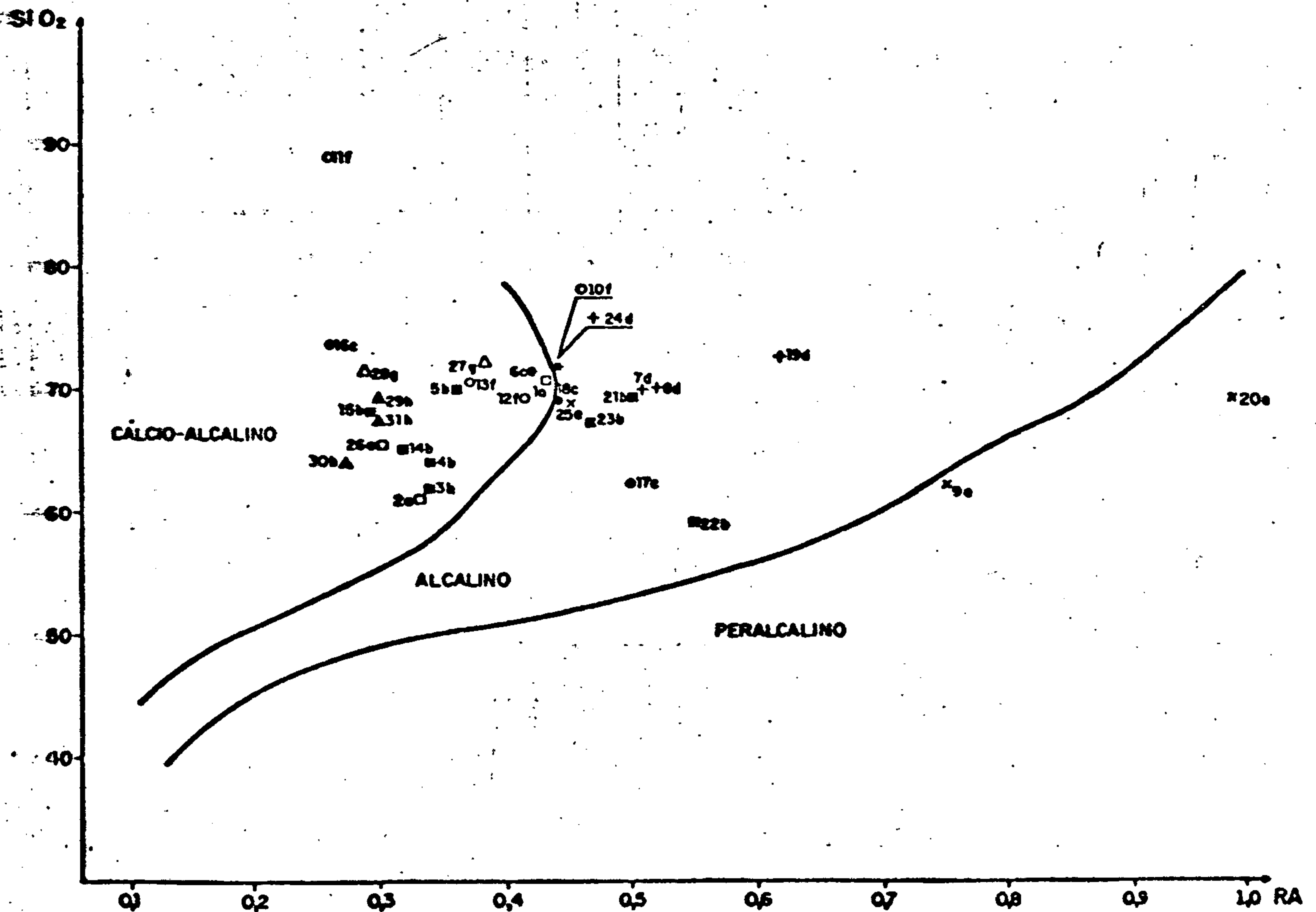
BKbar - KOMATIITOS BASÁLTICOS TIPO BARBERTON

O "TREND" KOMATIITO - TOLEÍTO FOI DEFINIDO POR ROCHAS DE GREENSTONE BELTS DO CANADA, RODÉSIA E AUSTRÁLIA.

POA - CAMPO DE ASSOCIAÇÃO PICRITO-OCEANITO-ANKARAMITO SEG. BOOKS E HAST, 1974 IN CONDIE 1981 p.76

ÍNDICE DE ALCALINIDADE DOS GRANITOS

- | | | | |
|--------------|--|---------------------------|--|
| FOLHA BODOCÓ | <ul style="list-style-type: none"> ITAPORANGA (a) - 1,2 CONCEIÇÃO (b) - 3,4,5 GRANITO INDETERMINADO (c) - 6 | FOLHA S. JOSÉ DO BELMONTE | <ul style="list-style-type: none"> SERRITA (d) - 19 ALCALINAS (e) - 20 CONCEIÇÃO (b) - 21,22,23 |
| FOLHA JARDIM | <ul style="list-style-type: none"> SERRITA (d) - 7,8 ALCALINA (e) - 9 GRANITO CACHOEIRINHA (f) - 10,11,12,13 CONCEIÇÃO (b) - 14,15 GRANITOS INDETERMINADOS (c) - 16,17,18 | FOLHA PIANCO | <ul style="list-style-type: none"> SERRITA (d) - 24 ALCALINAS (e) - 25 |
| | | FOLHA ITAPORANGA | <ul style="list-style-type: none"> ITAPORANGA (a) - 26 GRANITO FILONIANO (g) - 27,28 ORTOGNAISSE TONALÍTICO (h) - 29,30,31 GRANITO CONCEIÇÃO (b) |



$$RA = \log \frac{Al_2O_3 + CaO + K_2O + Na_2O}{Al_2O_3 + CaO - (K_2O + Na_2O)}$$

(Baseado no Gráfico de WRIGHT, 1969)

FIG. 3

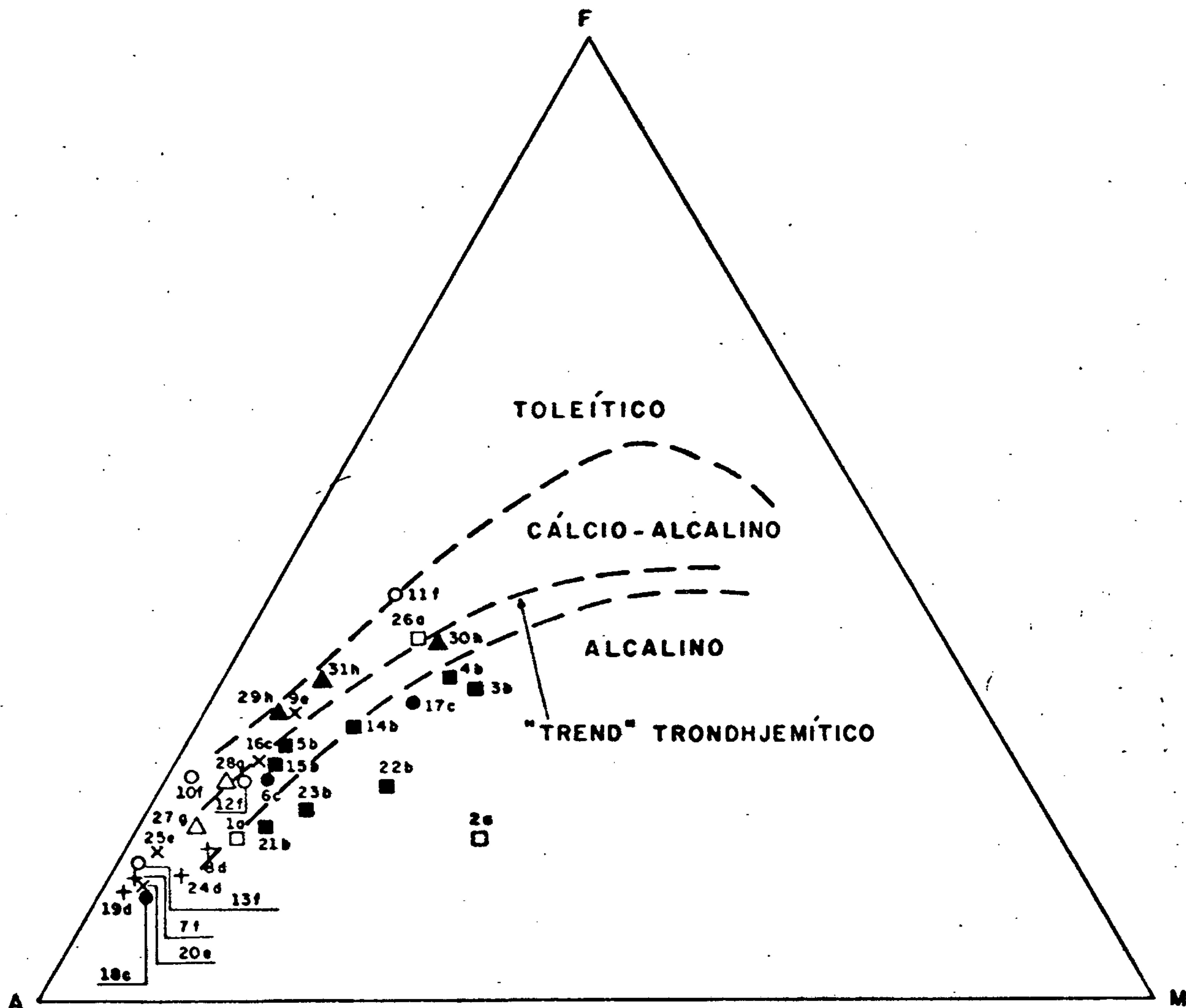


FIG. 4

- METAVULCÂNICAS
- GR. INDETERMINADO
- GR. ITAPORANGA
- GR. CONCEIÇÃO
- + GR. SERRITA
- x GR. ALCALINO
- △ GR. FILONIANO
- ▲ ORTO-GNAISSE TONALÍTICO

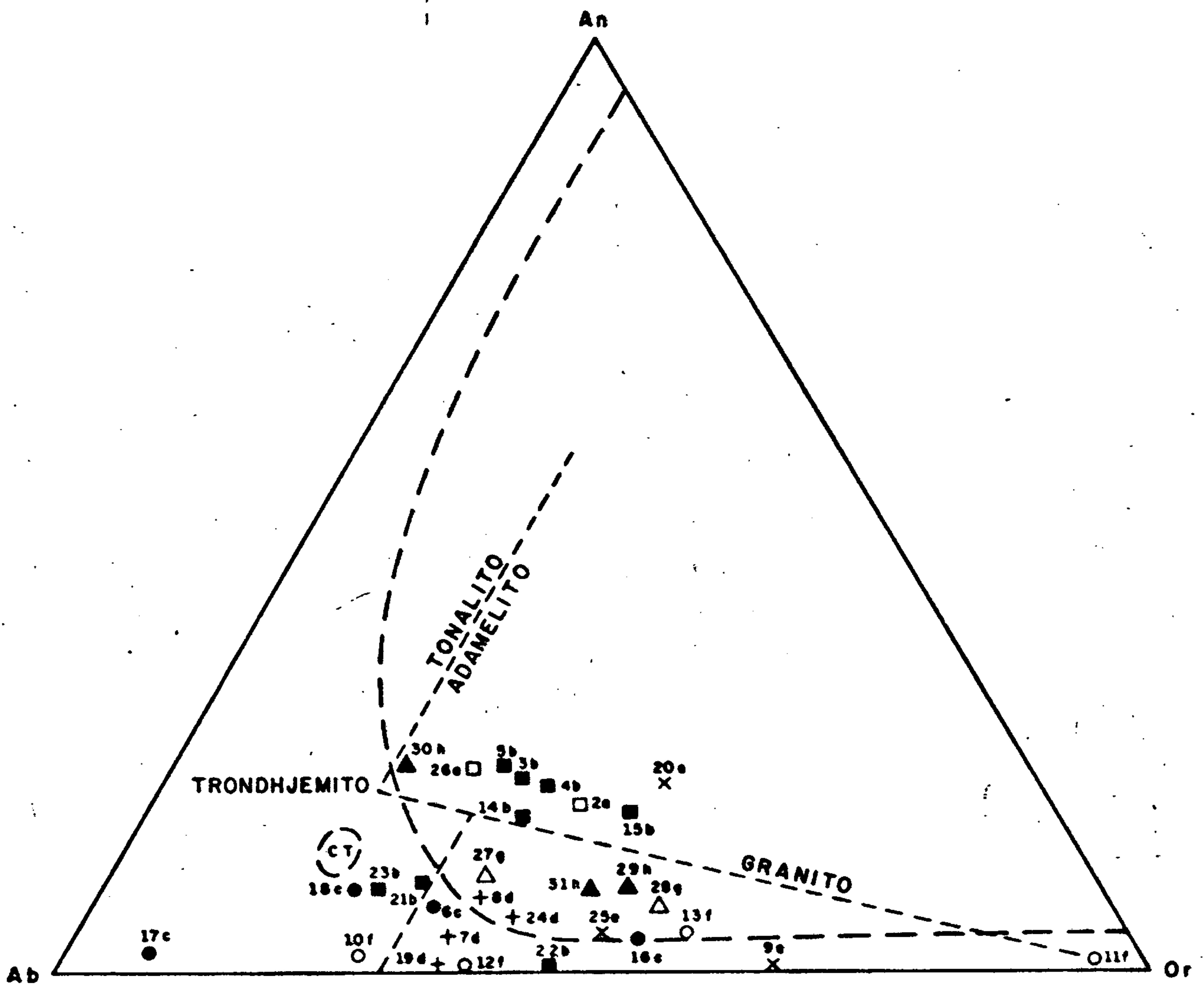


FIG. 5

- METAVULCÂNICAS
- GR. INDETERMINADO
- GR. ITAPORANGA
- GR. CONCEIÇÃO
- + GR. SERRITA
- x GR. ALCALINO
- △ GR. FILONIANO
- ▲ ORTO-GNAISSE TONALÍTICO
- (CT) TRONDHJEMITO CONTINENTAL

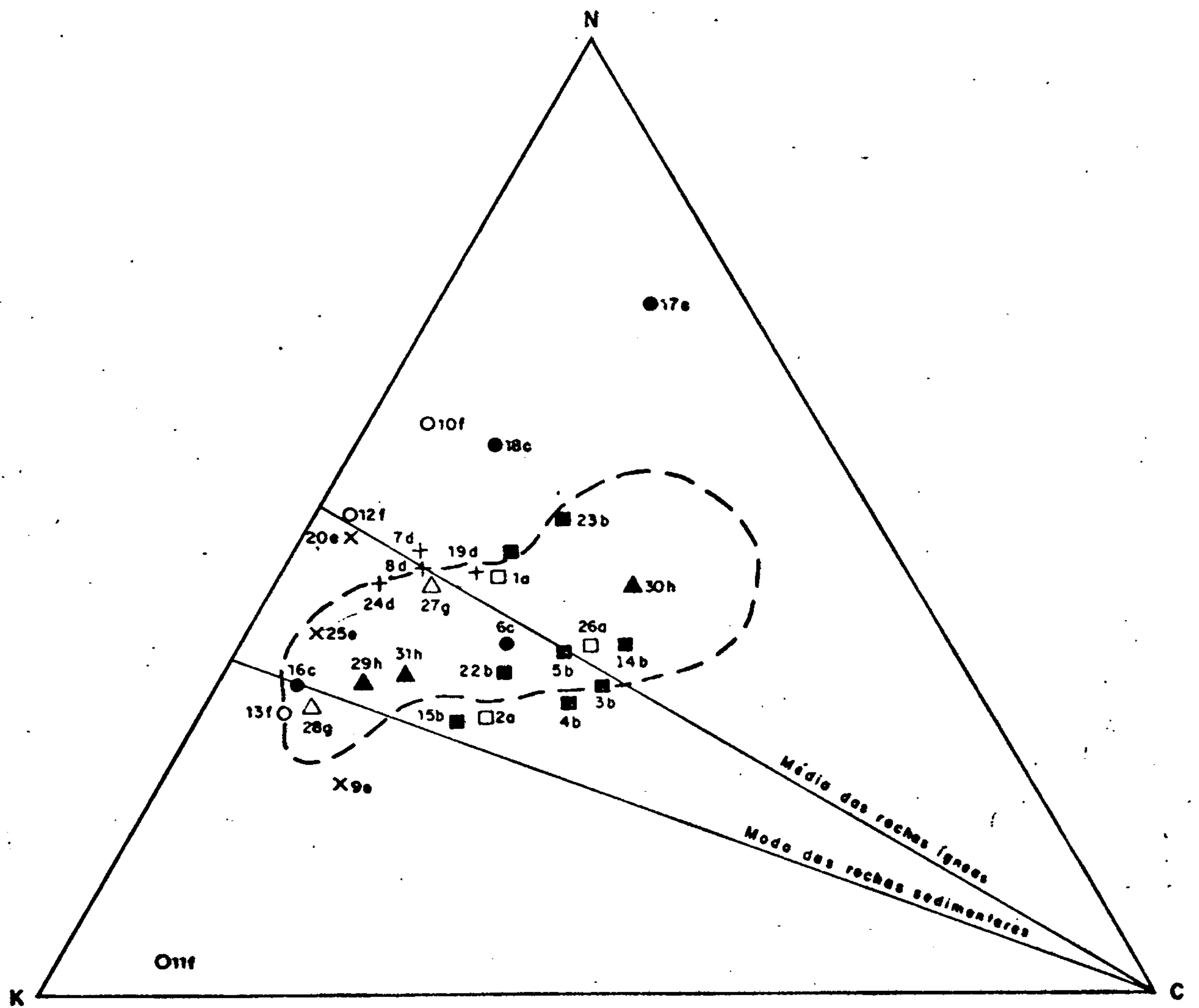


FIG. 6

- METAVULCÂNICAS
- GR. INDETERMINADO
- GR. ITAPORANGA
- GR. CONCEIÇÃO
- + GR. SERRITA
- x GR. ALCALINO
- △ GR. FILONIANO
- ▲ ORTO-GNAISSE TONALÍTICO

() CAMPO DAS ROCHAS MAGMÁTICAS
(SEGUNDO RAJU E RAO, 1973)

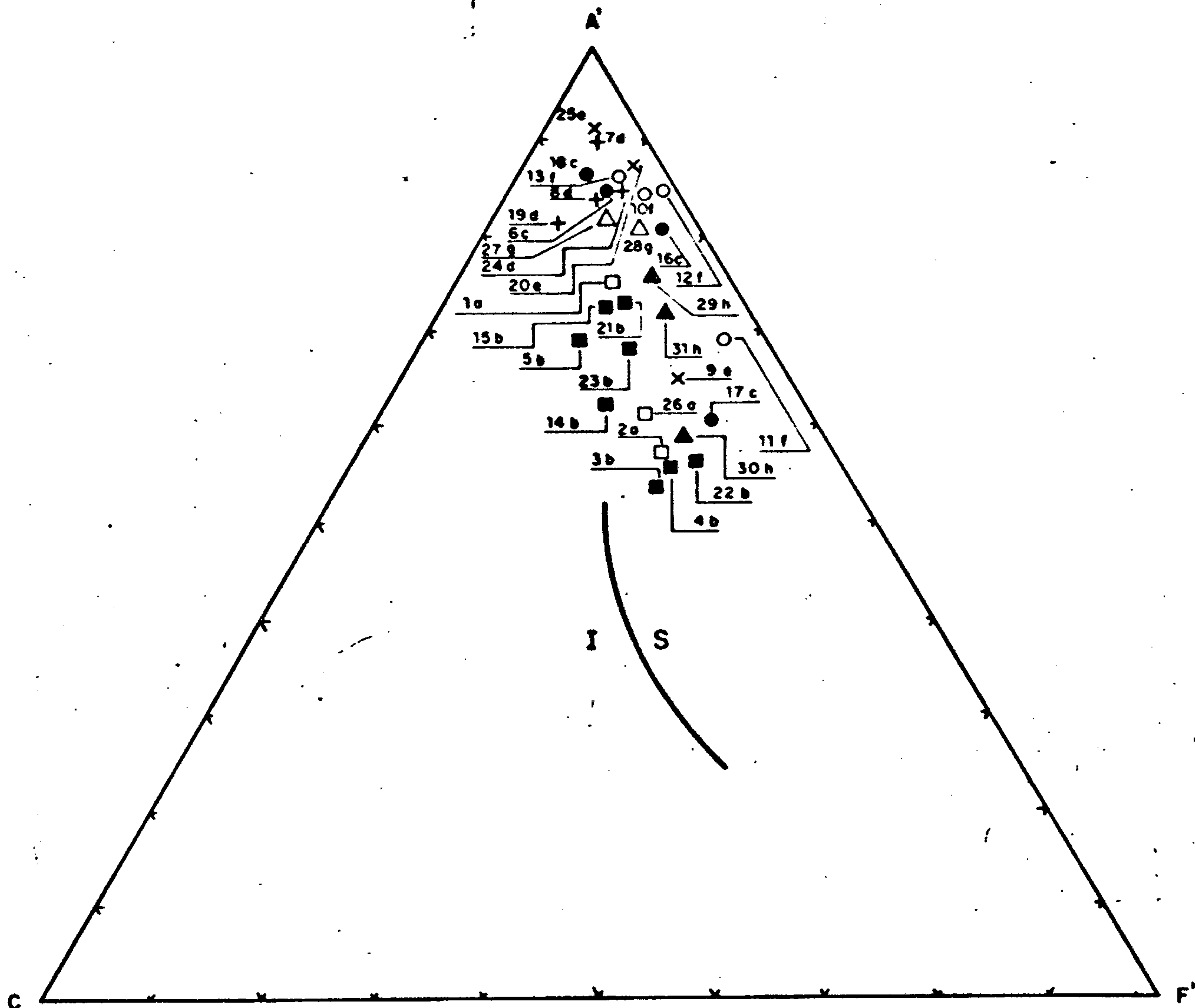


FIG. 7

DIAGRAMA A'CF' DE TAKAHASHI, M. ET ALII, 1980 p. 13 - 28. ONDE

A' = RAZÃO MOLECULAR DE $Al_2O_3 - Na_2O - K_2O$

C = RAZÃO MOLECULAR DE CaO

F' = RAZÃO MOLECULAR DE $FeO + MgO$

I = CAMPO DOS GRANITOS TIPO I

S = CAMPO DOS GRANITOS TIPO S

GRANITÓIDES DAS SÉRIES ILMENITA E MAGNETITA
(Seg. ISHIHARA, 1977)

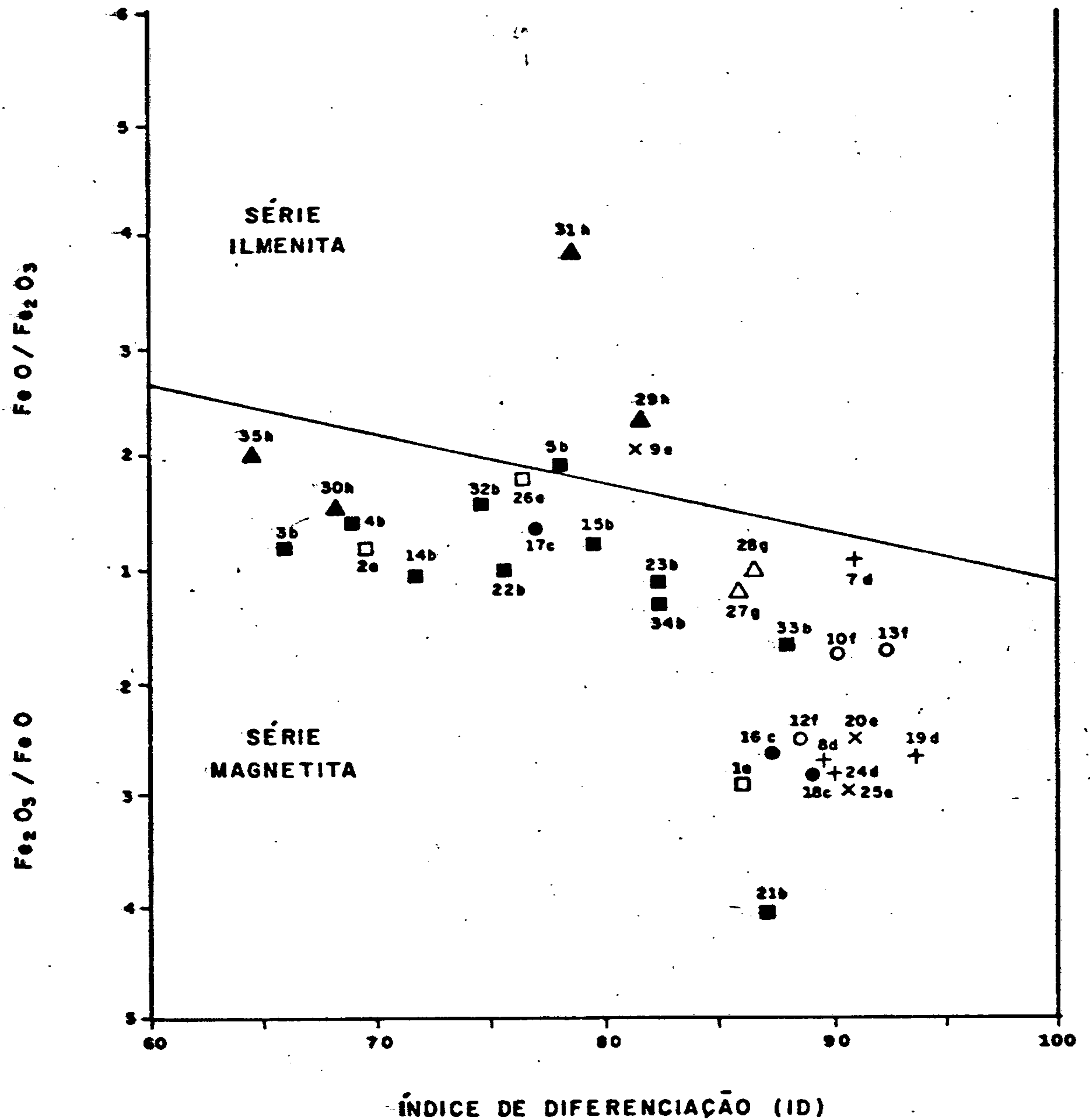


FIG. 8

Tabela IV.- Esquema de geração de líquidos tonalíticos-trondhjemiticos ricos e pobres em Al_2O_3 , por diferenciação e fusão parcial (Barker & Arth, 1976, p.597).

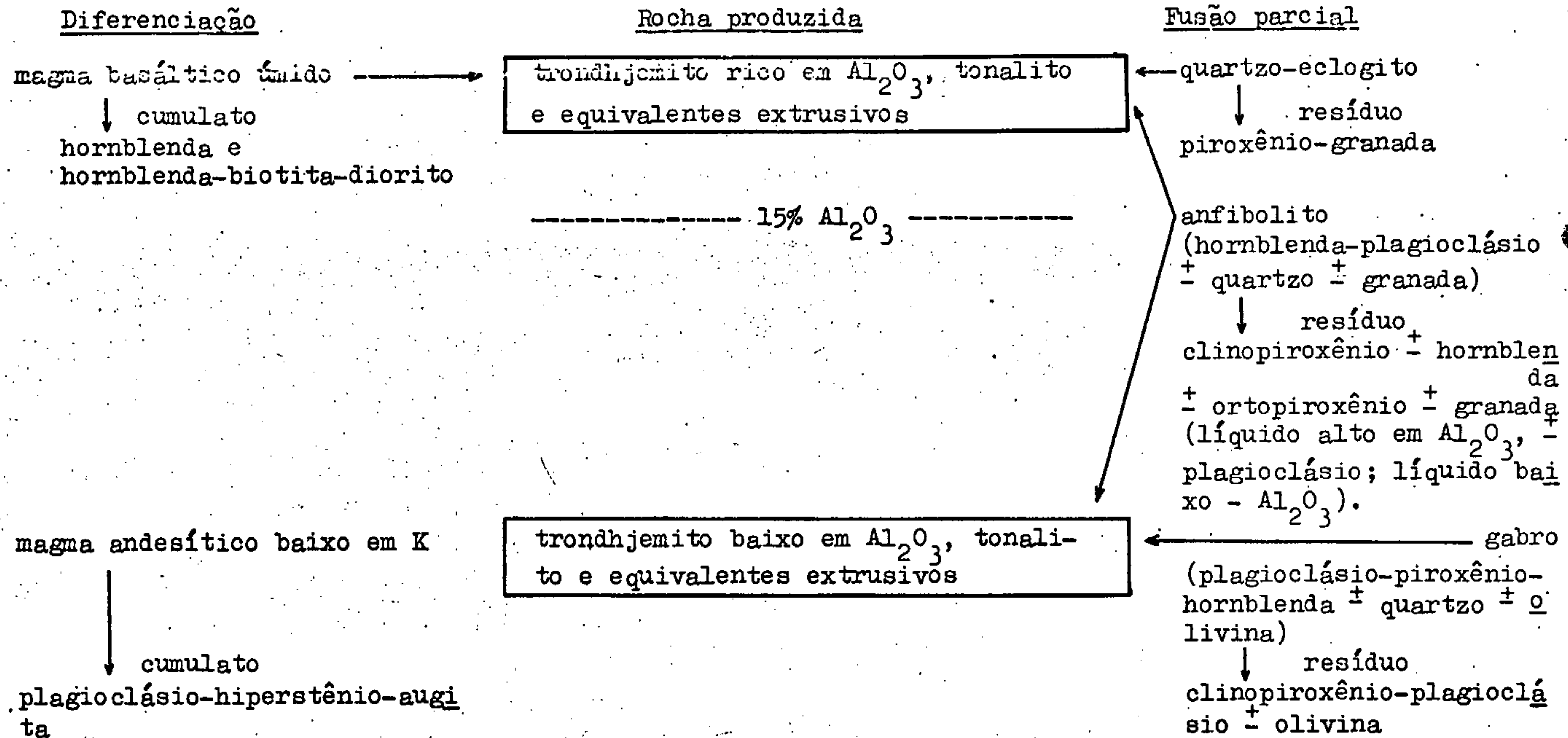


FIG. 9