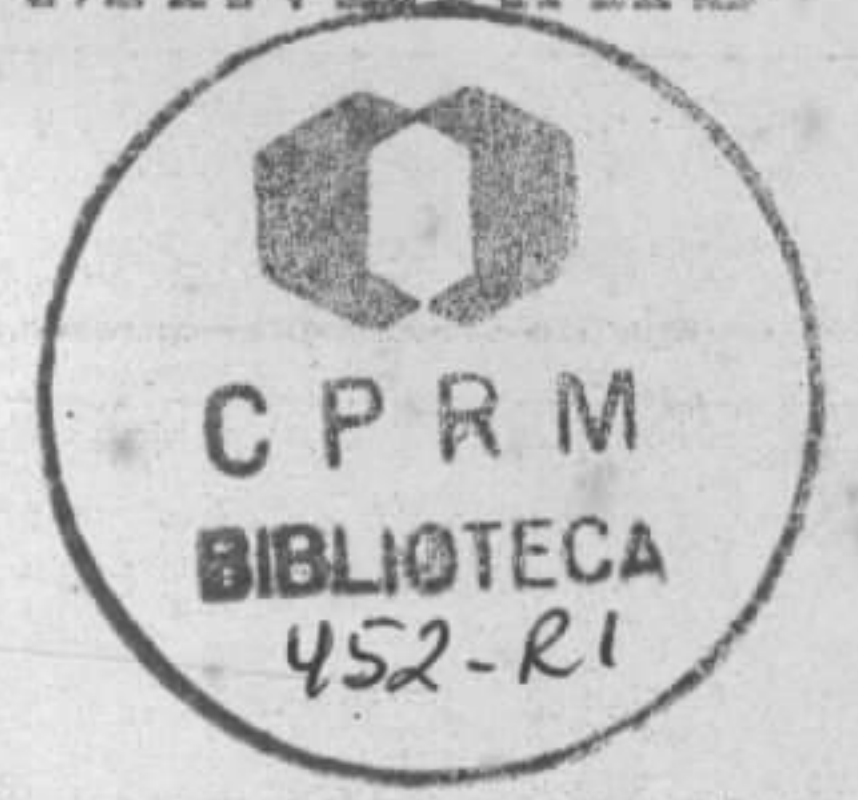


Tombo 004620

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
- CPRM -



199 3-9004

PROJETO GRANDE CARAJAS
Folha Maraba
1:250.000

PANORAMA LITOGEOQUIMICO DAS ROCHAS DAS
FORMACOES KAMBIOA, PECUIZEIRO E COUTO
MAGALHAES

EMILIANO CORNELIO DE SOUZA

COLAB.
MADDA T. B. MARQUES.

NOVEMBRO/92

PANORAMA LITOGEOQUÍMICO DAS ROCHAS METASSEDIMENTARES DOS GRUPOS
ESTRONDO E TOCANTINS (FMS. XAMBIOÁ, PEQUIZEIRO E COUTO
MAGALHÃES), NA FOLHA MARABÁ, ESCALA 1:250 000.

EMILIANO CORNELIO DE SOUZA

1. INTRODUÇÃO

Procurando complementar os trabalhos de reconhecimento geológico levados a efeito nas unidades geológicas da folha Marabá, analisou-se quimicamente 11 (onze) amostras de rochas metassedimentares distribuídas entre as unidades XAMBIOÁ (4), COUTO MAGALHÃES (6) E PEQUIZEIRO (1).

O conjunto de amostras coletadas está distribuído espacialmente conforme indicado na figura 1. Para a seleção destas amostras utilizou-se sobretudo critérios estratigráficos e petrográficos, buscando investigar os padrões químicos e eventuais distinções entre os litótipos dessas unidades. As pesquisas foram desenvolvidas em espécimes petrograficamente isentas de alterações intemperísticas e secundárias.

Os estudos visaram investigar, a nível de reconhecimento regional, as características químicas específicas dos litótipos sedimentares clásticos de cada unidade estratigráfica, a natureza químico-petrográfica das áreas-fonte e a paleocambiência tectônica deposicional.

2. PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Nos espécimes selecionados por critérios estratigráficos e petrográficos foram analisados os óxidos dos elementos maiores e as concentrações de elementos-traço, estando estes dados dispostos na tabela 1. As análises foram desenvolvidas no Laboratório Central de Análises Químicas e Minerais da CRPRM-LAMIN, tendo-se obedecido os procedimentos e critérios dos padrões de controle de qualidade analíticos conforme especificados no MANUAL DE CONTROLE DE QUALIDADE ANALÍTICA DO LAMIN-CPRM.

3. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS GERAIS

3.1. ÓXIDOS DOS ELEMENTOS MAIORES

a) os litótipos tem caracter essencialmente ácido, com porcentagens de SiO₂ na faixa de 70%, portanto, semelhante a média das rochas sedimentares clásticas pos-arqueanas (Taylor & McLennan, 1981).

b) na grande maioria das amostras o Na₂O predomina sobre o K₂O, tratando-se de uma característica semelhante às rochas clásticas arqueanas e às crostas superiores arqueanas e pos-arqueanas.

c) os percentuais de CaO e MgO são, normalmente baixos e comparáveis as rochas sedimentares clásticas de idade pos-arqueanas, sendo pobres nestes óxidos quando comparadas com a média da crosta superior pos-arqueana;

d) o TiO_2 e, sobretudo, o FeO têm padrões compatíveis com os sedimentos clásticos do pos-Arqueano. As relações $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ são caracteristicamente superiores a 1 (um), portanto, bem distintas dos padrões dos pares grauvacas-argilitos arqueanos e fanerozóicos de CONDIE, 1981;

e) o Al_2O_3 tem concentração bem mais baixa do que os padrões das rochas tanto arqueanas como pos-arqueanas. Apesar disto, trata-se de rochas eminentemente peraluminosas, já que os parâmetros A/KCN são maiores do que 1 (um), e média de 1,36 a exceção da amostra PM-32, conforme pode ser visto na tabela 1 e figura 2. Os índices de maturidade química de Pettijohn (1957), representados pelas razões $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Na}_2\text{O}$ variam na faixa de 2,41 a 7,06, porém a maioria dos valores está ao redor de 4, semelhante, portanto, à média dos granodioritos, segundo Nockolds (1954, apud CONDIE, 1981). São também semelhante às grauvacas de Wyoming (CONDIE, 1967), porém bem mais baixa do que a média das grauvacas segundo JENNER et al., 1981, para os quais este índice é igual a 10. Embora originalmente tal índice tenha sido usado para expressar o grau de intemperismo e erosão dos sedimentos, de acordo com CONDIE, 1970, ele reflete mais a composição dos materiais das áreas fonte e os processos diagenéticos, como por exemplo a mobilização do sódio. Os valores mais baixos tendem a corresponder a rochas mais tonalíticas, enquanto aqueles mais altos estariam ligados as rochas mais graníticas.

3.2. ELEMENTOS TRAÇO

Os dados sobre os elementos-traço constantes na tabela 1 são, na sua maioria, valores semi-quantitativos obtidos por análises espectrográficas por emissão óptica, o que, obviamente, prejudica um melhor entendimento dos padrões químicos originais e sua aplicação em estudos litogeoquímicos.

Não obstante, a inspeção desses dados permite alinhar os seguintes aspectos:

a) os elementos ferro magnesianos (Ni , Cr , Co , Cu , Sc , e V) têm baixas concentrações e são comparáveis ao grupo rico em sílica das supracrustais Malene, do pre-Cambriano do oeste da Groenlândia (McLennan, 1984) e as razões Cr/V , V/Ni e Ni/Co são mais ou menos constantes;

b) o B varia na faixa de 30-50ppm, também semelhante às supracrustais da Groenlândia. Não se observa variações de teores deste elemento em função do aumento do grau metamórfico entre as rochas das unidades Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães, nas quais o metamorfismo decresce da primeira para a terceira;

c) os teores de Zr e Nb, calculados semi-quantitativamente, mantem-se em valores constantes, o primeiro na faixa de 70-200 e o segundo em torno de 10 ppm. Decorre daí razões entre 7-20, semelhantes aos metassedimentos AKILIA, da Groenlândia, de idade arqueana (McLennan et al, 1984) bem como aos valores da crosta superior atual;

d) o Y tem uma ampla faixa de concentrações (10-114 ppm). Embora a Formação Pequizeiro, com apenas duas amostras, tenha valores altos deste elemento, não se pode dizer que isto seja uma feição específica, já que as formações Couto Magalhães e Xambicá, ainda que em menor frequência, também possuem amostras com altos valores de Y. Os teores deste elemento acima de 50 ppm são incomuns quando comparados com a maioria dos sedimentos/metassedimentos clásticos da literatura internacional (JENNER et al, 1981; LEAKE e SINGH, 1986; McLENNAN et al, 1983, 1984; FLOYD et al, 1989). Possivelmente estes valores devem ser atribuídos as concentrações de zircão e/ou xenotímio presentes nas rochas das unidades em pauta.

Por outro lado as amostras com altas concentrações de Y têm Sr inversamente baixo, fato coerente com o alto grau de maturidade da maioria das amostras das unidades em pauta. Trata-se de espécimes distintos das grauvacas de Wyoming, USA de idade entre 2.5-3.2 b.a. (CONDIE, 1967).

4. PROTÓLITOS/AREA FONTE

As classificações petrográficas, meso e microscópicas dos litótipos das unidades em questão, como metassedimentos são corroboradas por diversos parâmetros químicos.

Os índices A/KCN (figura 2, tabela 1), sempre superiores a 1 indicam tratar-se de protólitos sedimentares. Também os valores altos de R1 e baixos de R2 de La Roche (1980), conforme mostrados na figura 3, são de acordo com ED DEWITT (comun. pes.) característicos de rochas sedimentares.

As relações entre os óxidos de elementos maiores e destes com os elementos-traço, conforme indicadas nas figuras 4, 5 e 6, apontam para protólitos variando entre grauvacas, arenitos líticos e sedimentos maduros.

Os diagramas CaO-Sr-Y e Ni-Sr-Y de HOLLAND & WINCHESTER (1983), figuras 7 e 9, demonstram o alto grau de maturidade dos protólitos. Por outro lado, sua natureza predominantemente ácida com leve tendência para intermediária está indicada na figura 9, representando o diagrama CaO versus Ca/Sr de CONDIE, 1967. Semelhante indicação é dada pela figura 10, representando o diagrama CaO-Na₂O-K₂O, com os campos das rochas ígneas segundo Le Maitre, 1976. As razões Al₂O₃/Na₂O (média de 4) e Al₂O₃/TiO₂ (média de 18,60) são também indicativas da maturidade química dessas rochas.

5. AMBIÊNCIA DEPOSICIONAL PALEOTECTÔNICA

Inúmeros diagramas discriminantes têm sido usados para determinar os ambientes deposicionais de rochas sedimentares, metamorfizadas ou não. CROOK (1974; apud TAYLOR & McLENNAN, 1985), com base nas relações K_2O/Na_2O , nos percentuais de SiO_2 e quartzo, classificou as grauvascas em três tipos: ricas, intermediárias e pobres em quartzo, as quais são depositadas, respectivamente em margens continentais do tipo Atlântico ("trailing-edge"), margens continente-arco do tipo Andino ("leading-edge") e bacias de arco-frontais de arcos de ilhas, conforme a tabela 2 abaixo:

TABELA 2. CLASSIFICAÇÃO GEOTECTÔNICA DAS GRAUVASCAS SEG. CROOK, 1974.

	Pobre em Quartzo	Intermediária em Quartzo	Rica em Quartzo
Quartzo	< 15	15-65	>65
SiO_2 (média)%	58	68-71	89
K_2O/Na_2O (média)	<<1.0 (0.25)	< 1.0	>1.0
Ambiente tectônico	arco de ilha	margem do tipo Andino	margem do tipo Atlântico (margem passiva)

Quanto aos espécimes rochosos dos grupos Tocantins e Estrondo, constata-se, com base nos percentuais de SiO_2 , em média de 70% e, nas razões K_2O/Na_2O , na maioria inferiores a 1, que não há combinação coerente entre estes parâmetros à semelhança do modelo de CROOK (op. cit). Entretanto, no diagrama de ROSE & KORSCH (1986) que relaciona também sílica e álcalis, conforme mostra a figura 11, percebe-se, claramente, que as rochas em questão ter-se-iam depositado em ambiente de margem passiva (PM), distante dos limites das placas ativas, o que corresponderia a ambiente das grauvascas ricas em quartzo. Entretanto, como não se trata de grauvascas ricas em quartzo, porém ricas em sílica, a aplicação dos diagramas e parâmetros de Bhatia, 1983, figura 12 e tabela 3, ao que parece o ambiente deposicional tectônico das rochas das unidades aqui estudadas foi semelhante ao de margens continentais ativas, fato coerente com a natureza granítica da área fonte dessas rochas.

Tabela 3- PARÂMETROS DISCRIMINANTES DE AMBIENTES DEPOSICIONAIS TECTÔNICOS DE SEDIMENTOS ARENÍTICOS, SEGUNDO BHATIA, 1983.

	1	2	3	4	A
TiO ₂	.8-1.4	.5-.7	.25-.45	.20-1.21	.61
Fe ₂ O ₃ *+MgO	8-14	5-8	2-5	.62-8.55	6.45
Al ₂ O ₃ /SiO ₂	.25-.33	.15-.20	.1-.2	.001-.19	.17
Al ₂ O ₃ /(CaO+Na ₂ O)	.1-.2	.5-2.5	1.88-3.51	.64-7.99	3.05
K ₂ O/Na ₂ O	.2-.4	.4-.8	.68-1.86	.57-1.93	.79

1- arco de ilha oceânico; 2-arco de ilha continental; 3- margem continental ativa; 4- margem continental passiva; A- Média das formações Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães

A aplicação do diagrama (Fe₂O₃*+TiO₂+CaO)- Al₂O₃-SiO₂ de PALAIN (1978), figura 13, parece indicar que as amostras das unidade investigadas no presente estudo são de origem continental. Tal assertiva se confirma no diagrama COPELAND & CONDIE, 1986, onde a partir das relações dos óxidos dos elementos ferro-magnesianos e Ti (Fe,Mg), representado na figura 14, os pontos indicativos das amostras das unidades Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães se dispõem, preferencialmente, no campo das bacias extensionais continentais, evoluindo um pouco para o campo dos arcos continentais. As relações Fe₂O₃/FeO da tabela 1, também confirmam a existência de ambiente continental oxidante onde se teriam depositado as rochas das unidades aqui estudadas.

6. CONCLUSSES

6.1- As rochas integrantes das formações Xambioá, Pequizeiro e Couto Magalhães, conforme analisadas na folha Marabá, não têm diferença química entre si, sendo de modo geral bastante homogêneas;

6.2- Trata-se de rochas silicosas, peraluminosas e sódicas, assemelhando-se de modo geral aos sedimentos pos-arqueanos;

6.3- Os protólitos que lhe deram origem, do ponto de vista químico, se assemelham a grauvacas do tipo medianamente ricas em quartzo e a arenitos líticos, de alta maturidade química, expressa sobretudo pelo enriquecimento em Y (ítrio);

6.4- Os metassedimentos, conforme indicam os parâmetros químicos ter-se-iam depositado em ambiente continental oxidante, possivelmente em margem continental do tipo Atlântico, sendo provenientes de áreas fonte de natureza granítica.

7. RECOMENDAÇÕES

Para complementação dos estudos litogeoquímicos aqui desenvolvidos, recomenda-se analisar os litótipos quanto ao seu conteúdo em elementos de terras raras, além de Th, Rb e Sc. Também a compreensão do comportamento químico dessas rochas fica mais facilitado dispondo-se de concentrados de minerais pesados coletados nas amostras analisadas.

8. BIBLIOGRAFIA

- AGUE, J.J. & BRINHALL, G.H. REGIONAL VARIATIONS IN BULK CHEMISTRY, MINERALOGY, AND THE COMPOSITIONS OF MAFIC AND ACCESSORY MINERALS IN THE BATHOLITHS OF CALIFORNIA. GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN, V. 100 pp. 891-911. 1988
- BHATIA, N.R. PLATE TECTONICS AND GEOCHEMICAL COMPOSITION OF SANDSTONES. JOURNAL OF GEOLOGY, VOL. 91 p. 611-627. 1983.
- CONDIE, K.C. GEOCHEMISTRY OF EARLY PRECAMBRIAN GRAYWACKES FROM WYOMING. GEOCHIMICA ET COSMOCHEMICA ACTA, VOL. 31, pp. 2135-2140. 1967.
- CONDIE, K.C. HACKE, J.E. & REIMER, F.O. PETROLOGY AND GEOCHEMISTRY OF EARLY PRECAMBRIAN GRAYWACKES FROM FIG TREE GROUP, SOUTH AFRICA. GEOL. SOC. AM. BULL. 81: PP. 2759-2776. 1970
- CONDIE, K. C. ARCHEAN GREENSTONE BELTS. DEVELOPMENT IN PRECAMBRIAN GEOLOGY 3. ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY. NY, USA. 484P. 1981.
- COPELAND, P. & CONDIE, K.C. GEOCHEMISTRY AND TECTONIC SETTING OF LOWER PROTEROZOIC SUPRACRUSTAL ROCKS OF THE PINAL SCHIST, SOUTHEASTERN ARIZONA. GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA BULLETIN. V. 97, PP. 1512-1520. 1986.
- CROOK, K. A. W. LITHOGENESIS AND GEOTECTONICS: THE SIGNIFICANCE OF COMPOSITIONAL VARIATION IN FLYSCH ARENITES (GRAYWACKES). SERM. SECC. 228, 19, p. 304. 1974
- FLOYD, P. A., WINCHESTER, J.A. & PARK, R.G. GEOCHEMISTRY AND TECTONIC SETTING OF LEWISIAN CLASTIC METASEDIMENTS FROM THE EARLY PROTEROZOIC LOCH MAREE GROUP OF GAIRLOCH, NW SCOTLAND. PRECAMBRIAN RESEARCH, 45. pp. 203-214. 1989.
- HOLLAND, J. G. & WINCHESTER, J. A. THE USE OF GEOCHEMISTRY IN SOLVING PROBLEMS IN HIGHLY DEFORMED METAMORPHIC COMPLEXES. IN: TRACE ELEMENTS IN PETROGENESIS - THE SIGNIFICANCE OF TRACE ELEMENTS IN SOLVING PETROGENETIC PROBLEMS & CONTROVERSIES. ED. PROF. SS. AUGUSTYTHIS. THEOPHRASTUS PUBLICATIONS S.A. ATHENS, GREECE. pp. 389-405. 1983.
- JENNER, G.A., FRYER, B.J. & McLENNAN, S. W. GEOCHEMISTRY OF THE ARCHEAN YELLOWKNIFE SUPERGROUP. BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, AUSTRALIA. 312p. 1985
- LA ROCHE, H. DE. ET AL. A CLASSIFICATION OF VOLCANIC AND PLUTONIC ROCKS USING R1-R2 DIAGRAM AND MAJOR ELEMENT ANALYSES - ITS RELATIONSHIPS WITH CURRENT NOMENCLATURE. CHEMICAL GEOLOGY VOL. 29: 183-210. 1980

LEAKE, B. E. E SINGH, D. THE DELANEY DOME FORMATION, CONNEMARA, W. IRELAND, AND THE GEOCHEMICAL DISTINCTION OF ORTHO- AND PARA-QUARTZFELDSPATHIC ROCKS. MINERALOGICAL MAGAZINE, V. 50, PP.205-215. 1986.

LE MAITRE, R. W. THE CHEMICAL VARIABILITY OF SOME COMMON IGNEOUS ROCKS. JOURNAL DE PETROLOGIE, V. 17, p.589-637. 1976.

McLENNAN, S.M. ON THE GEOCHEMICAL EVOLUTION OF SEDIMENTARY ROCKS. CHEMICAL GEOLOGY, 37, PP.335-350. 1982.

McLENNAN, S. M., TAYLOR, S.R. E ERIKSSON, K.A. GEOCHEMISTRY OF ARCHEAN SHALES FROM THE PILBARA SUPERGROUP, WESTERN AUSTRALIA. GEOCHIMICA ET COSMOCHEMICA ACTA, VOL. 47, PP. 1211-1222. 1983.

McLENNAN, S.M. TAYLOR, S.R. E McGREGOR, V. R. GEOCHEMISTRY OF ARCHEAN METASSEDIMENTARY ROCKS FROM WEST GREENLAND. GEOCHIMICA ET COSMOCHEMICA ACTA, VOL. 48 PP. 1-13. 1984.

NOCKOLDS, S. R. AVERAGE CHEMICAL COMPOSITION OF SOME IGNEOUS ROCKS. GEOL. SOC. AM. BULL., 65, PP. 1007-1032. 1954.

PALAIN, C. GEOCHEMIE ET SEDIMENTATION RYTHMIQUE. LE COMPORTEMENT DES ÉLÉMENTS MAJEURS DANS UNE SÉRIE DÉTRITIQUE TERRIGÈNE D'ORIGINE CONTINENTALE ET MARGINO-LITTORALE (BASE DU MÉSOZOÏQUE DU PORTUGAL). BULL. SOC. GEOL. FRANCE (7), t. XX, n. 3, pp. 269-276. 1978.

PETTIJOHN, F. J., FOTTER, P. E e SIEVER, R., SAND AND SANDSTONE. WILEY, NY 1973.

ROSER, B.P. E KORSCH, R. J. DETERMINATION OF TECTONIC SETTING OF SANDSTONE-MUDSTONE SUITES USING SiO2 CONTENT AND K2O/Na2O RATIO. JOURNAL DE GEOLOGIE, VOL. 94, pp. 635-650. 1986.

TAYLOR, S.R. E McLENNAN, S.M. THE CONTINENTAL CRUST: ITS COMPOSITION AND EVOLUTION. BLACKWELL SCIENTIFIC PUBLICATIONS, AUSTRALIA. 312pp. 1985.

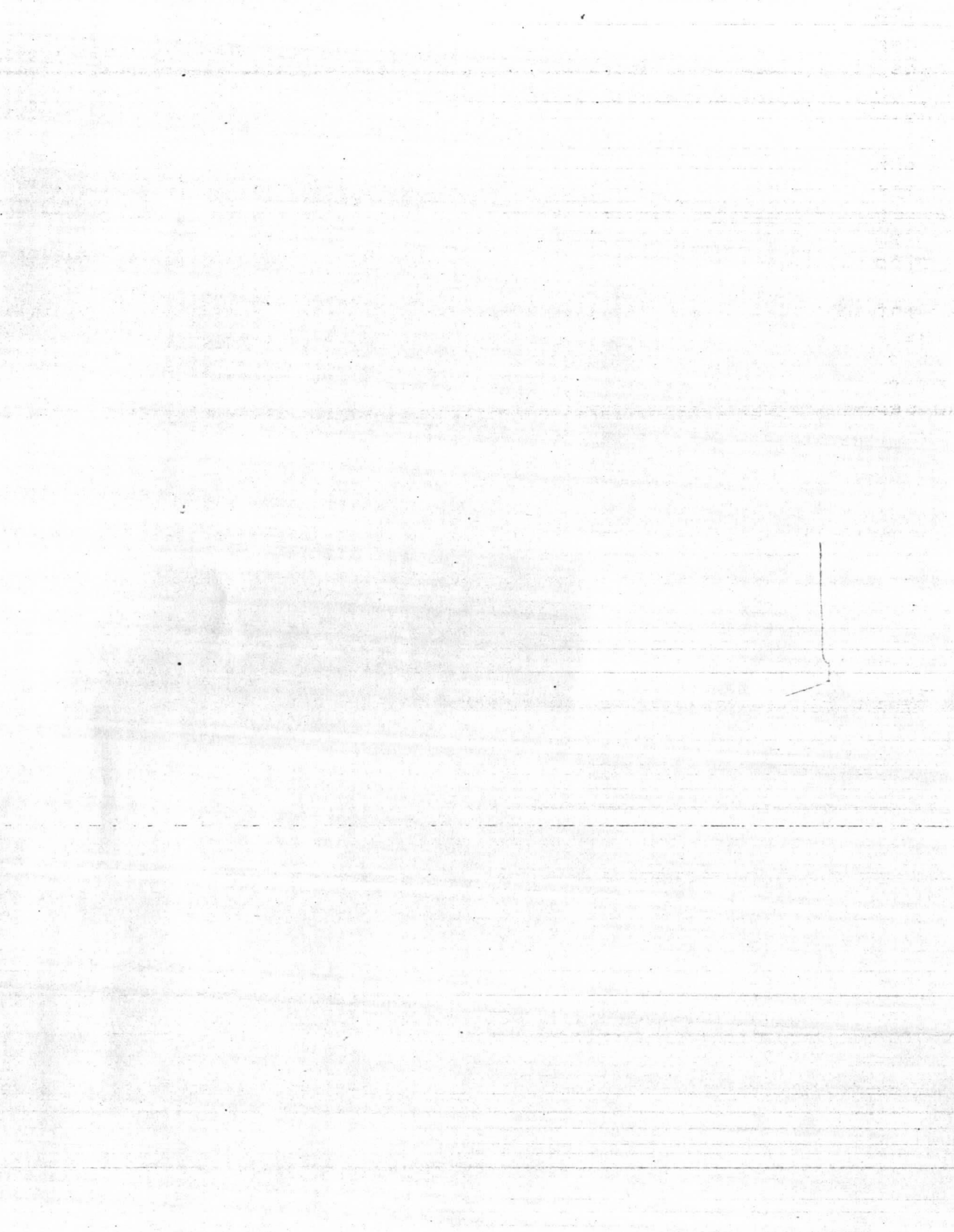


FIGURA 1- CARTOGRAMA INDICANDO OS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS
PARA OS ESTUDOS LITOGEOQUÍMICOS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUI-
ZEIRO E DOCTO MAGALHÃES NA FOLHA MARABÁ.

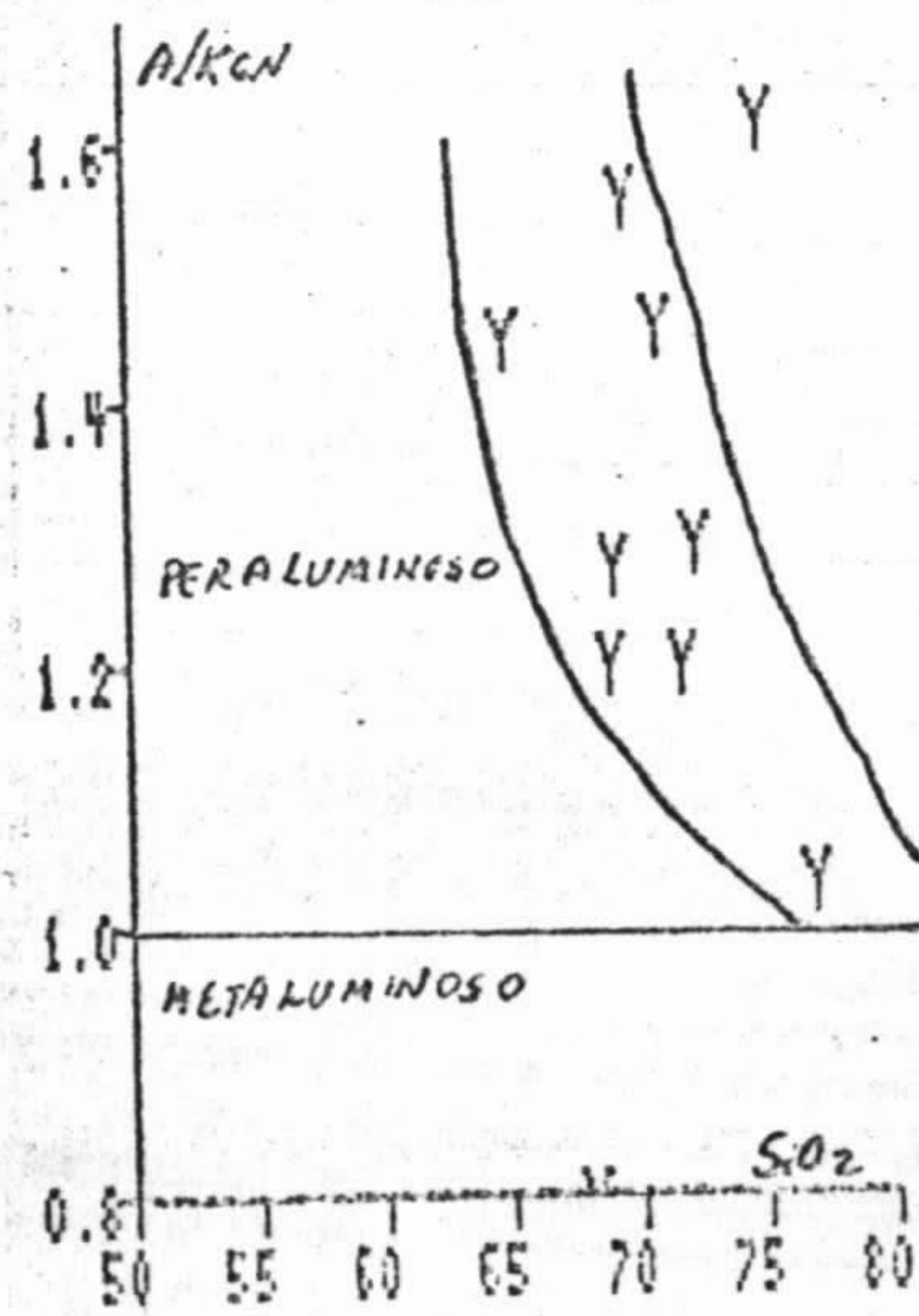


FIGURA 2- DIAGRAMA A/KCN x SiO₂, DISCRIMINANTE DAS ROCHAS PERALUMINOSAS E METALUMINOSAS, SEG. AGUE E BRINKHALL (1988). APLICADO ÀS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

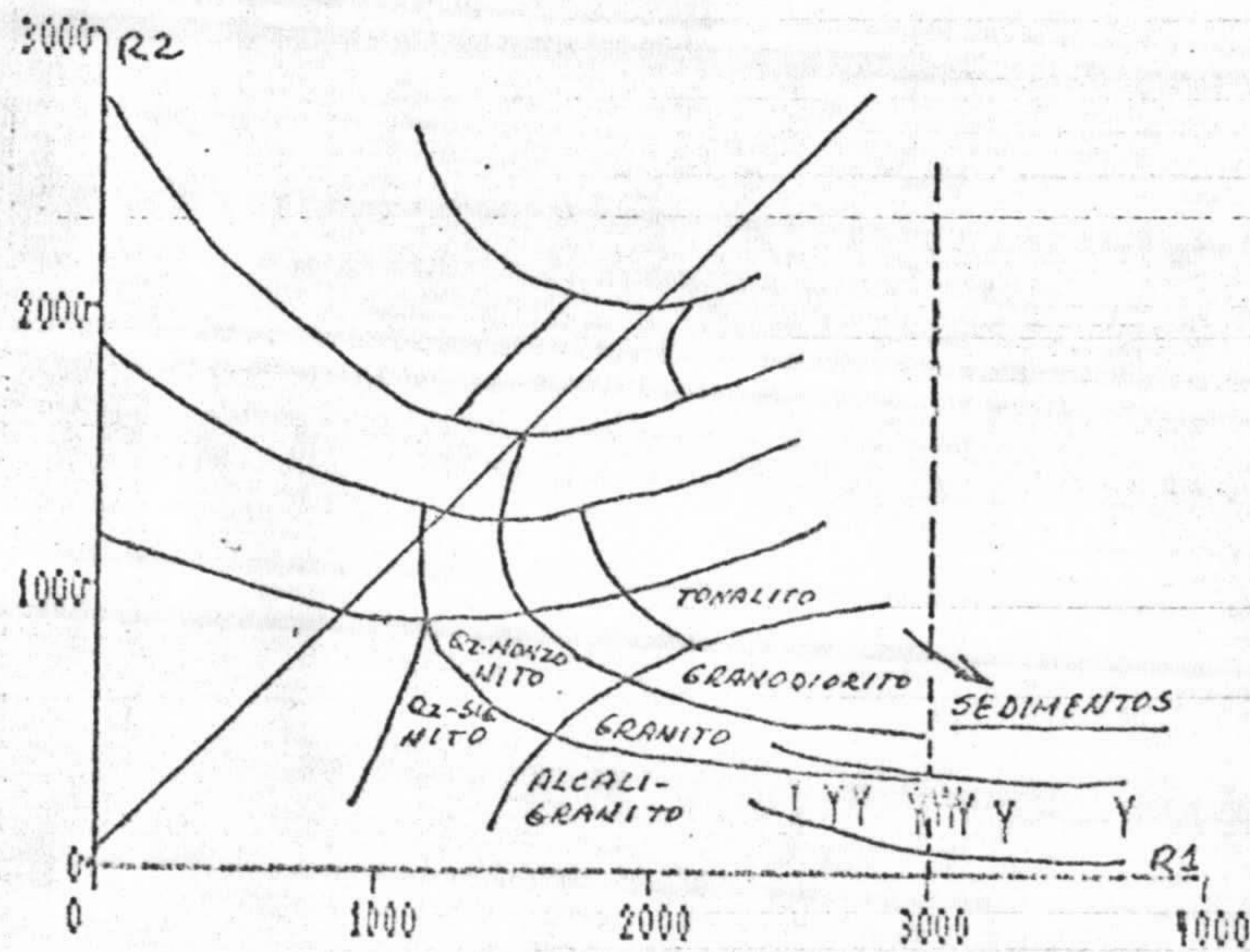


FIGURA 3- DIAGRAMA R1-R2 DE LA ROCHE (1980) PROPOSTO POR ED DEWITT PARA DISCRIMINAR AS ROCHAS SEDIMENTARES (R1) 3000). APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

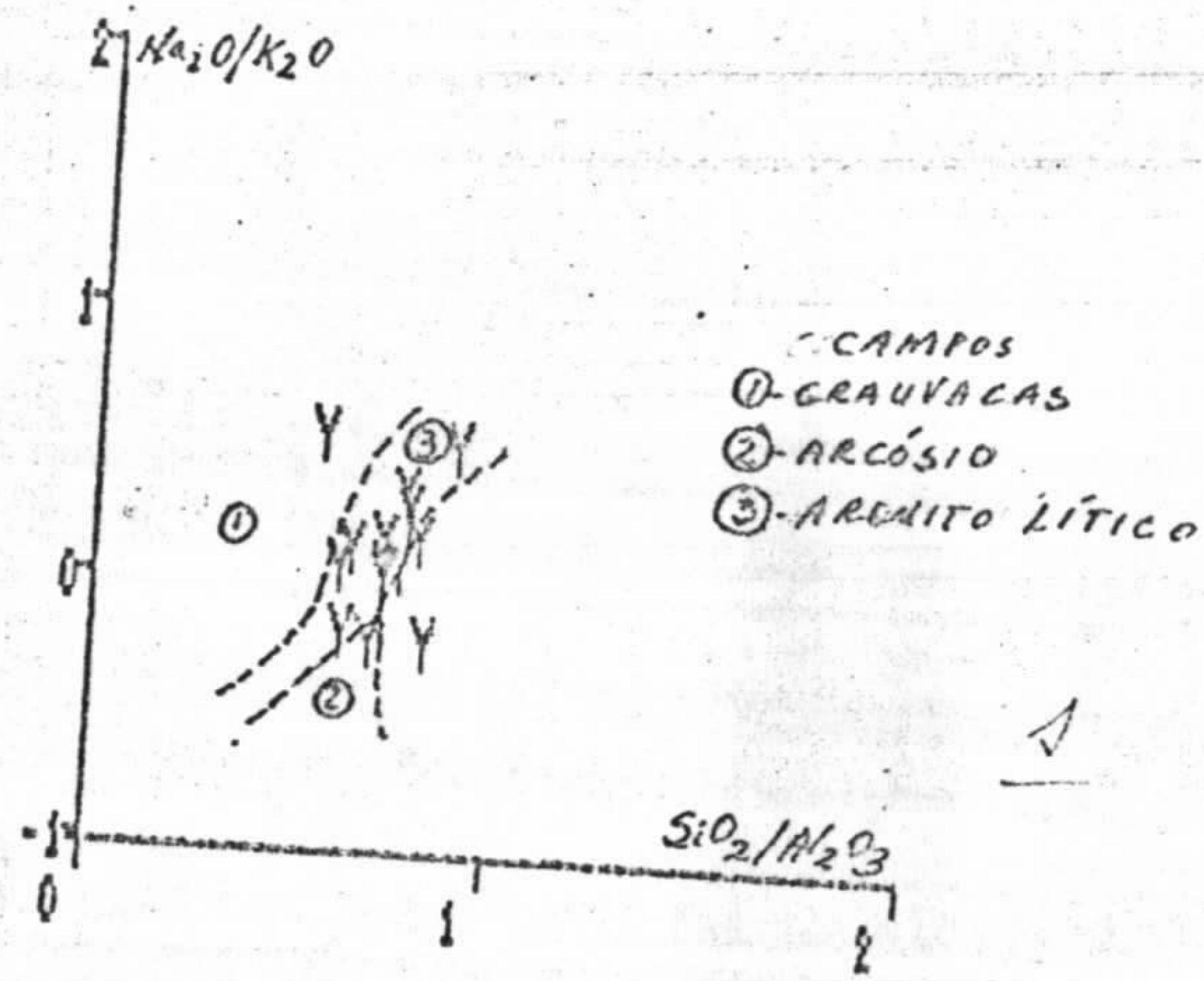


FIGURA 4- CLASSIFICAÇÃO QUÍMICA DOS METASSEDIMENTOS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ, NO DIAGRAMA $Na_2O/K_2O \times SiO_2/Al_2O_3$ DE PETTIJOHN ET AL (APUD FLOYD ET AL, 1989).

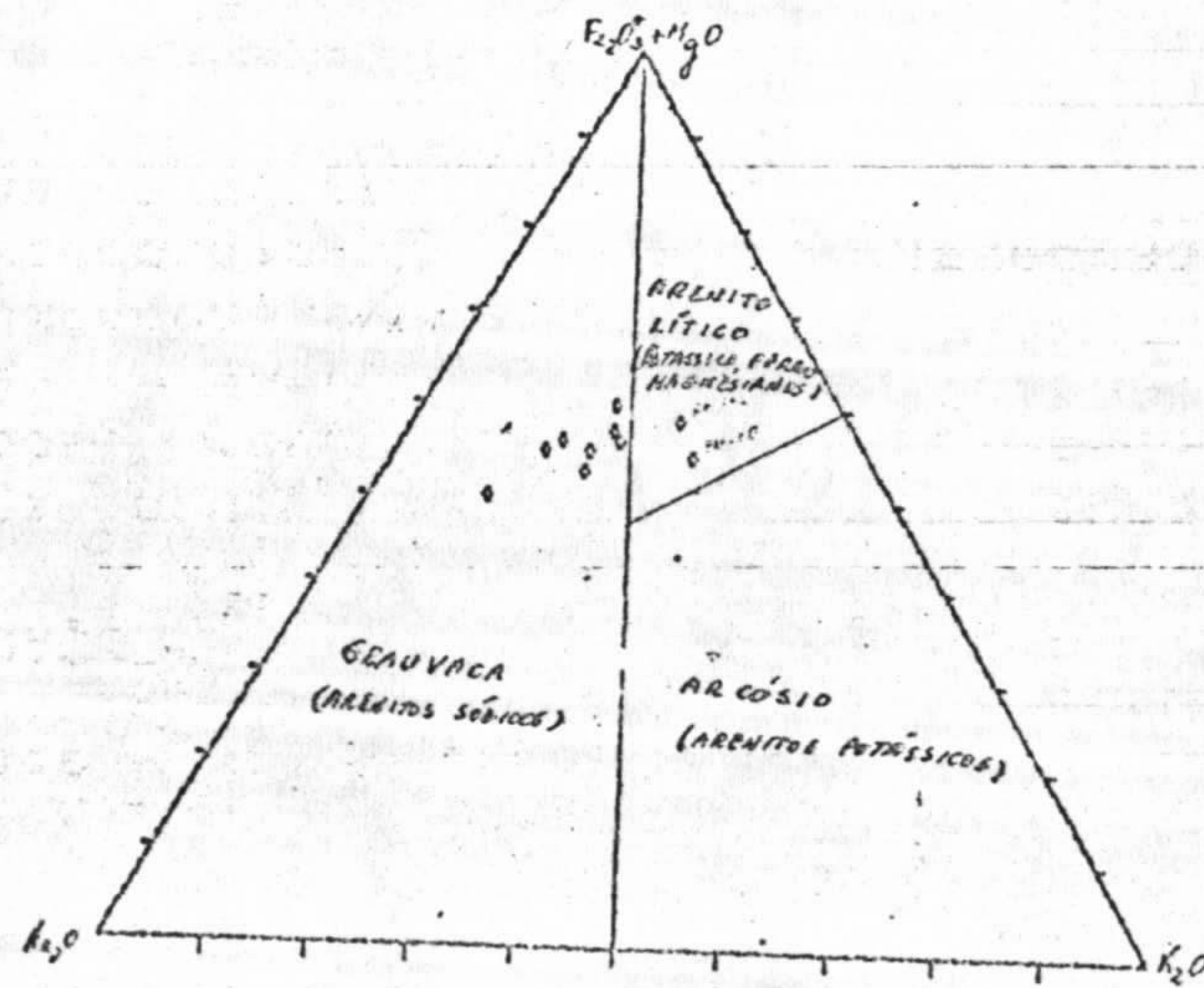


FIGURA 5- DIAGRAMA $(Fe_2O_3 + MgO) - Na_2O - K_2O$ CLASSIFICATÓRIO DE ROCHAS ARENÍTICAS, SEGUNDO BLATT ET AL, 1980. APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ

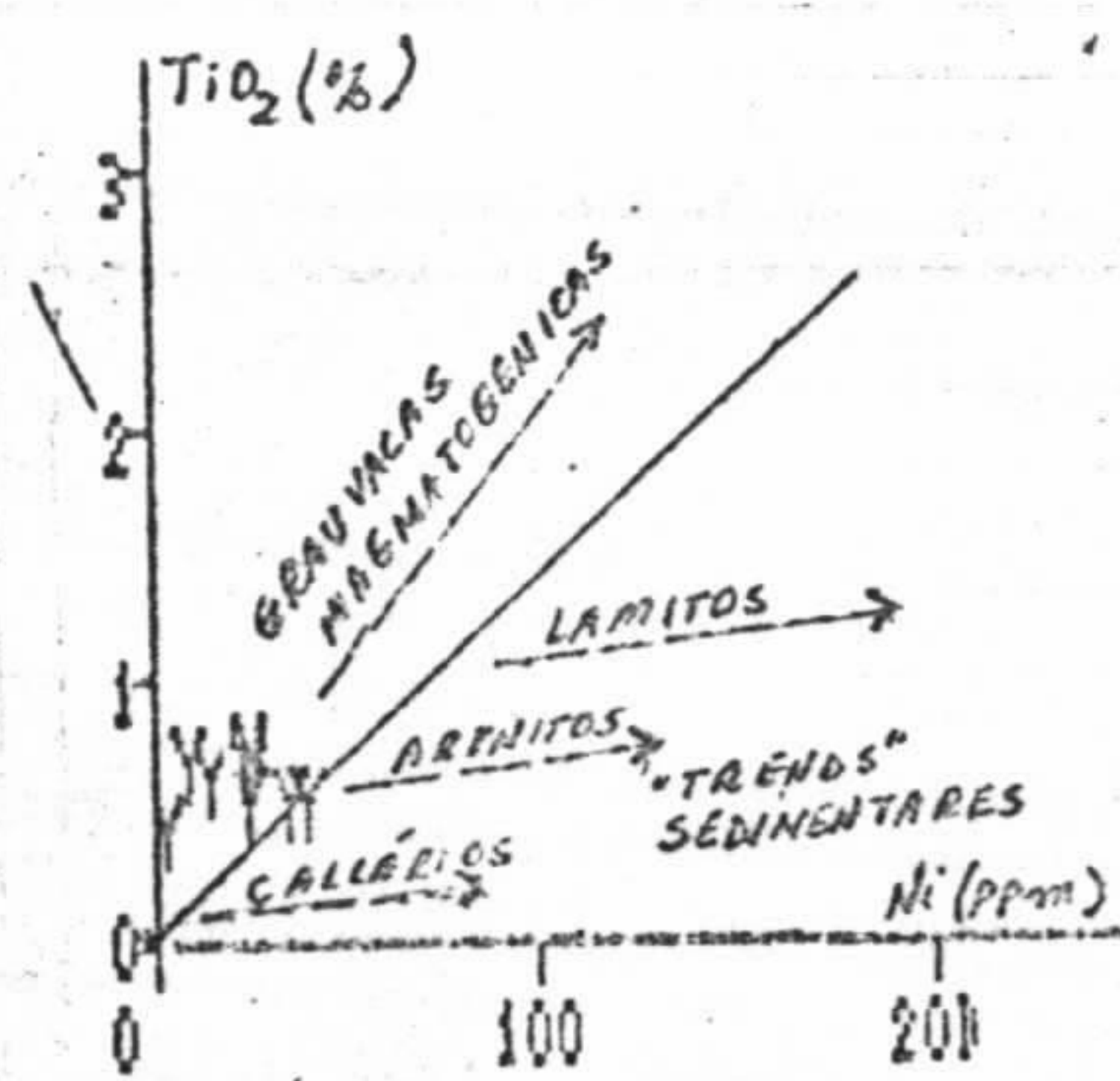


FIGURA 6- DIAGRAMA TiO_2-Ni MOSTRANDO OS "TRENDS" DAS GRAUVACAS MAGMATOGÊNICAS E DOS OUTROS SEDIMENTOS, SEGUNDO FLOYD ET AL (1989). APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIOÁ, PEQUIZEIRO E COITO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

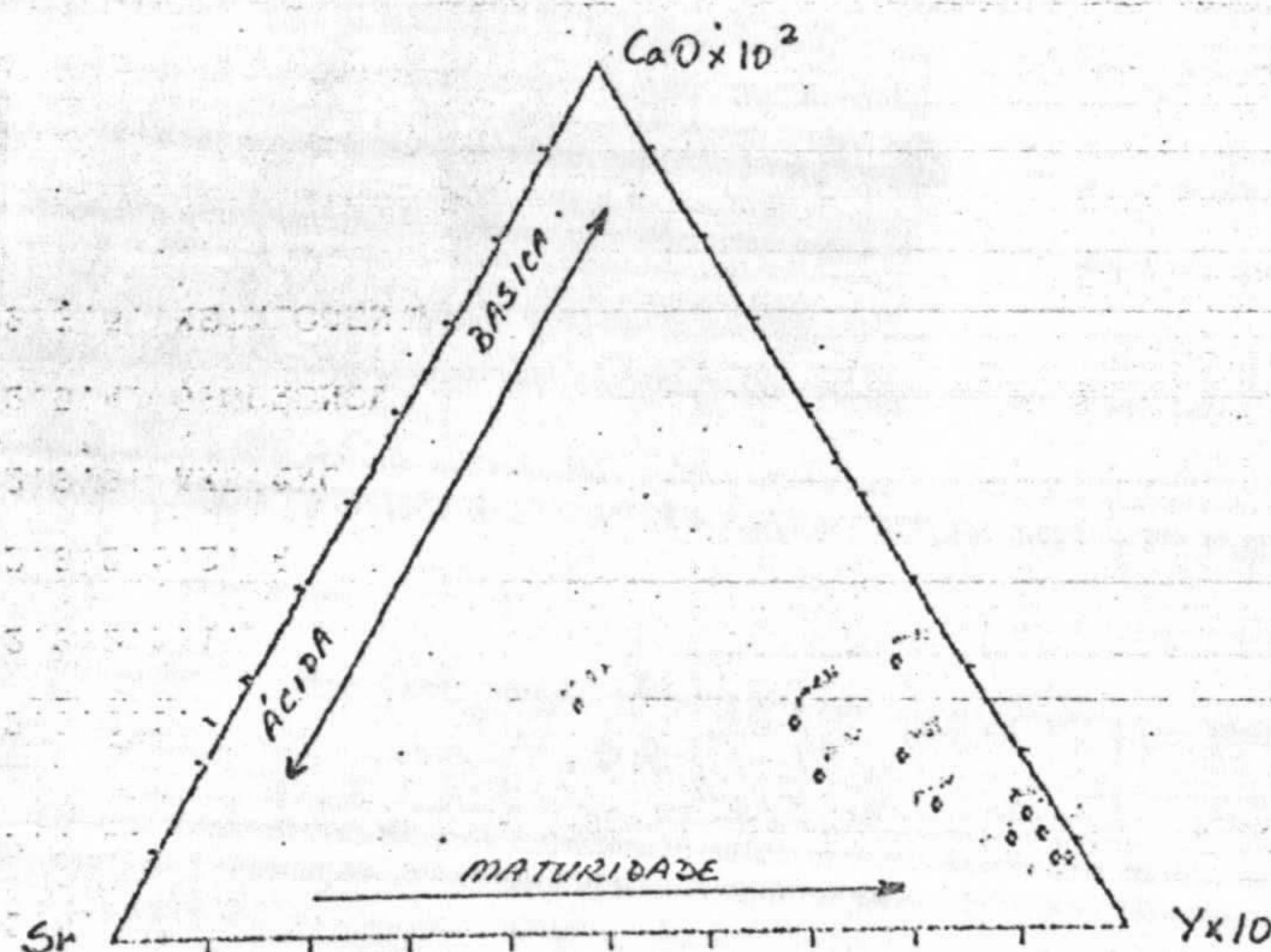


FIGURA 7- DIAGRAMA $CaO-Sr-Y$ DE HOLLAND & WINCHESTER, 1983 COM INDICAÇÃO DA NATUREZA DA ÁREA FONTE E DA EVOLUÇÃO DA MATURIDADE QUÍMICA DAS ROCHAS SEDIMENTARES. APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIOÁ, PEQUIZEIRO E COITO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

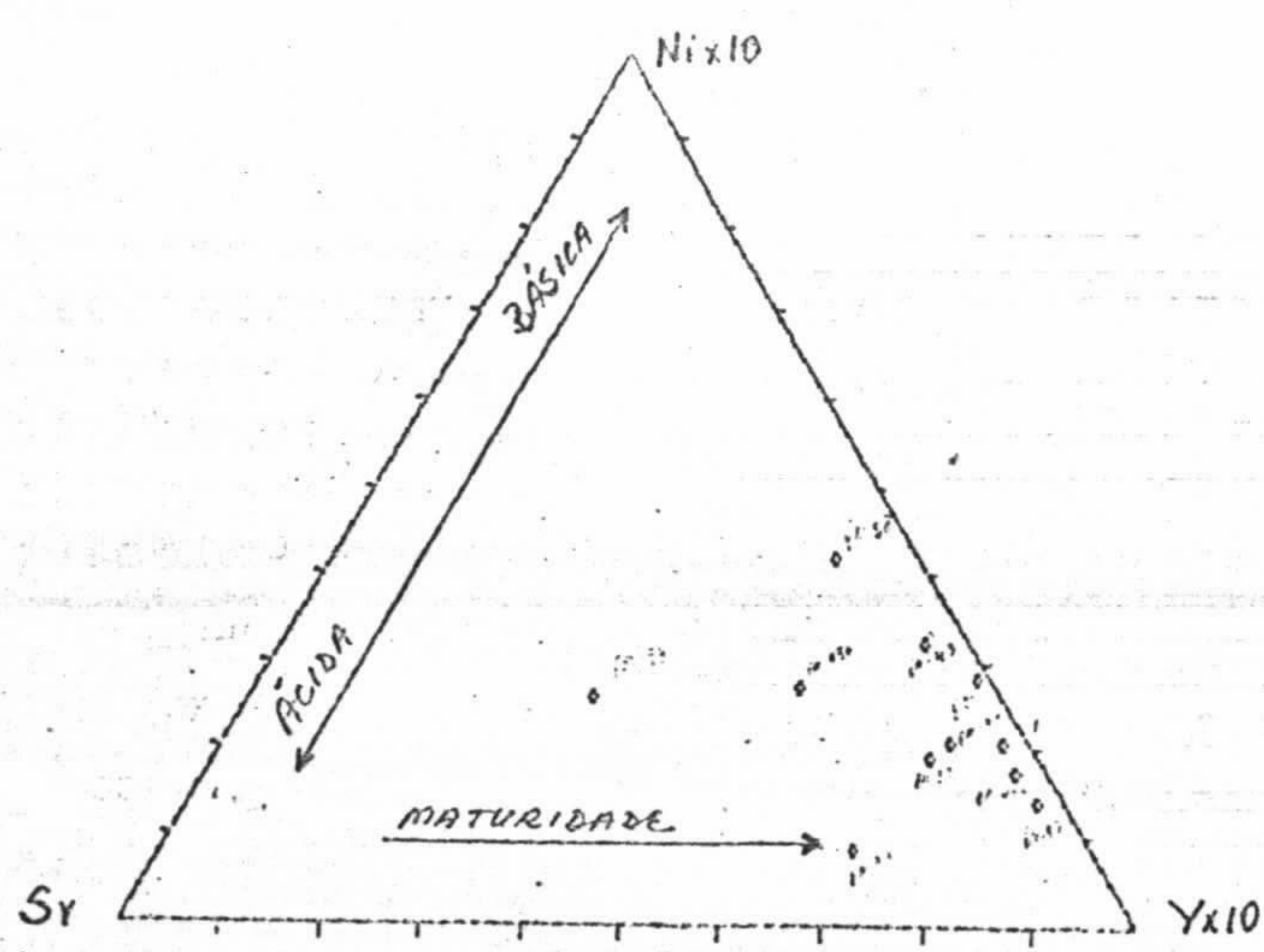


FIGURA 8- DIAGRAMA Ni-Sr-Y DE HOLLAND & WINCHESTER, 1983 COM INDICAÇÃO DA NATUREZA DA ÁREA FONTE E DA EVOLUÇÃO DA NATUREZA QUEMIDA DAS ROCHAS SEDIMENTARES. APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E COUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

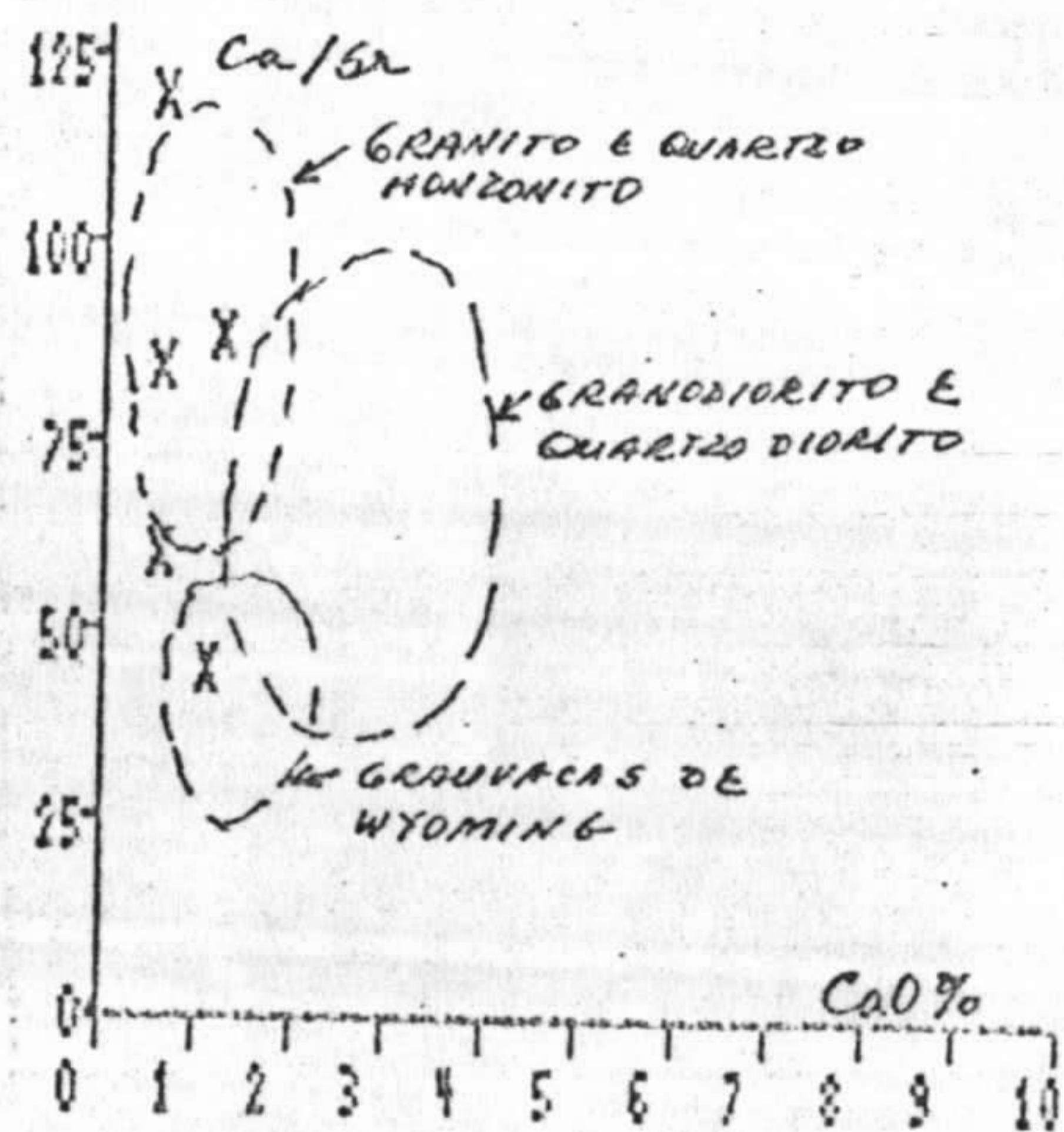


FIGURA 9- DIAGRAMA CaO-Ca/Sr MOSTRANDO A VARIAÇÃO COMPOSICIONAL DAS ROCHAS SEDIMENTARES E IGNEAS, SEGUNDO CONDIE, 1967. APLICADO ÀS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E COUTO MAGALHÃES NA FOLHA MARABÁ.

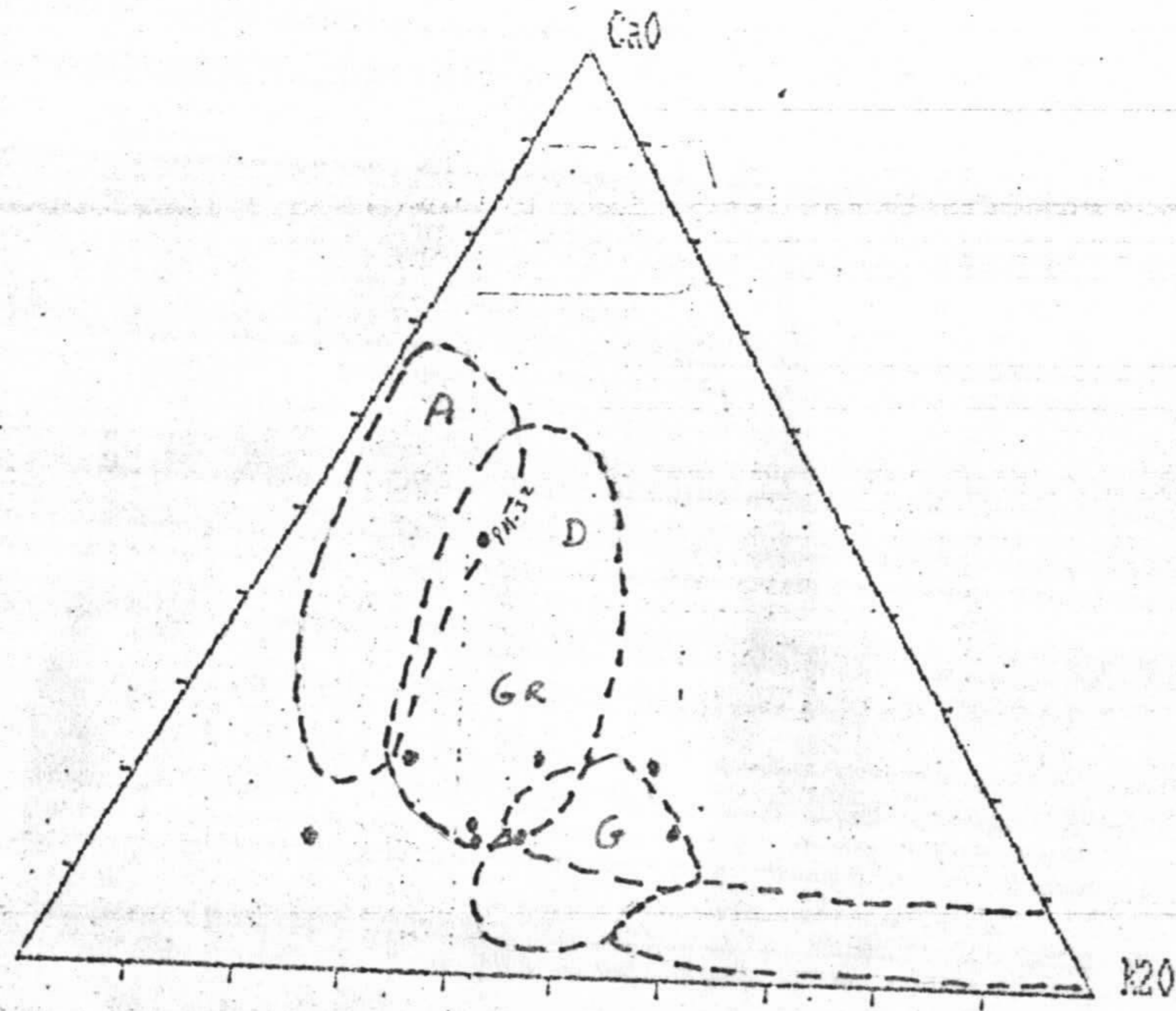


FIGURA 10- DIAGRAMA CaO-Na2O-K2O PARA ARENITOS, SEG. BHATIA (1983). CAMPOS: A- ANDESITOS; D- DACITOS; GR- GRANDIORITOS E G- GRANITOS, SEGUNDO LE MAITRE (1976). APLICADO AS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBICA, PEQUIZEIRO E COUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

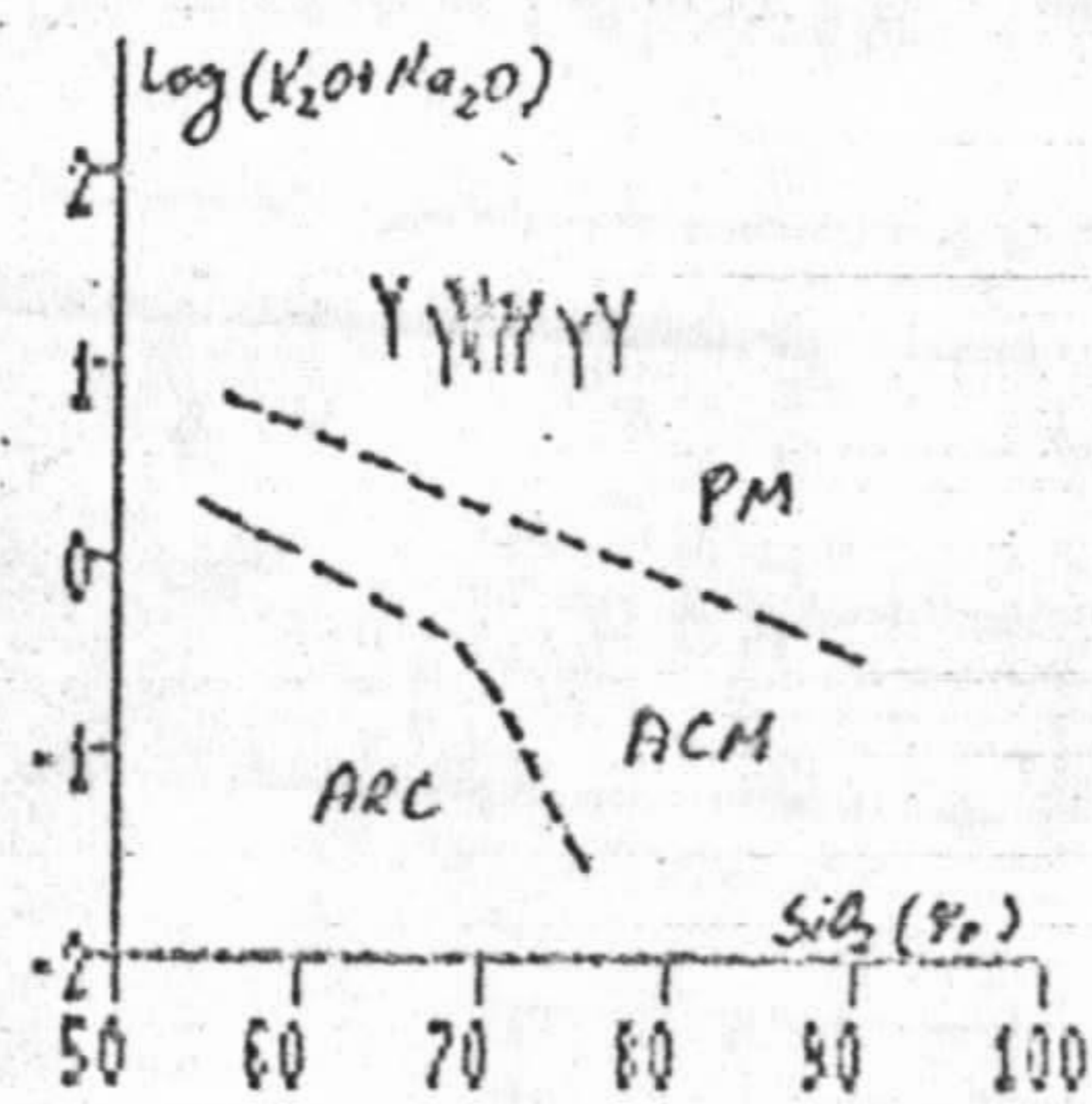


FIGURA 11 DIAGRAMA $K_2O+Na_2O \times SiO_2$ DISCRIMINANDO DIFERENTES AMBIENTES TECTÔNICOS DE POSICIONAIS, SEGUNDO ROSER E KORSCH (1986). PM- (MARGEM PASSIVA); ACM- MARGEM CONTINENTAL ATIVA; ARC- ARCO DE ILHAS OCEÂNICAS. APLICADO AS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBICA, PEQUIZEIRO E COUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

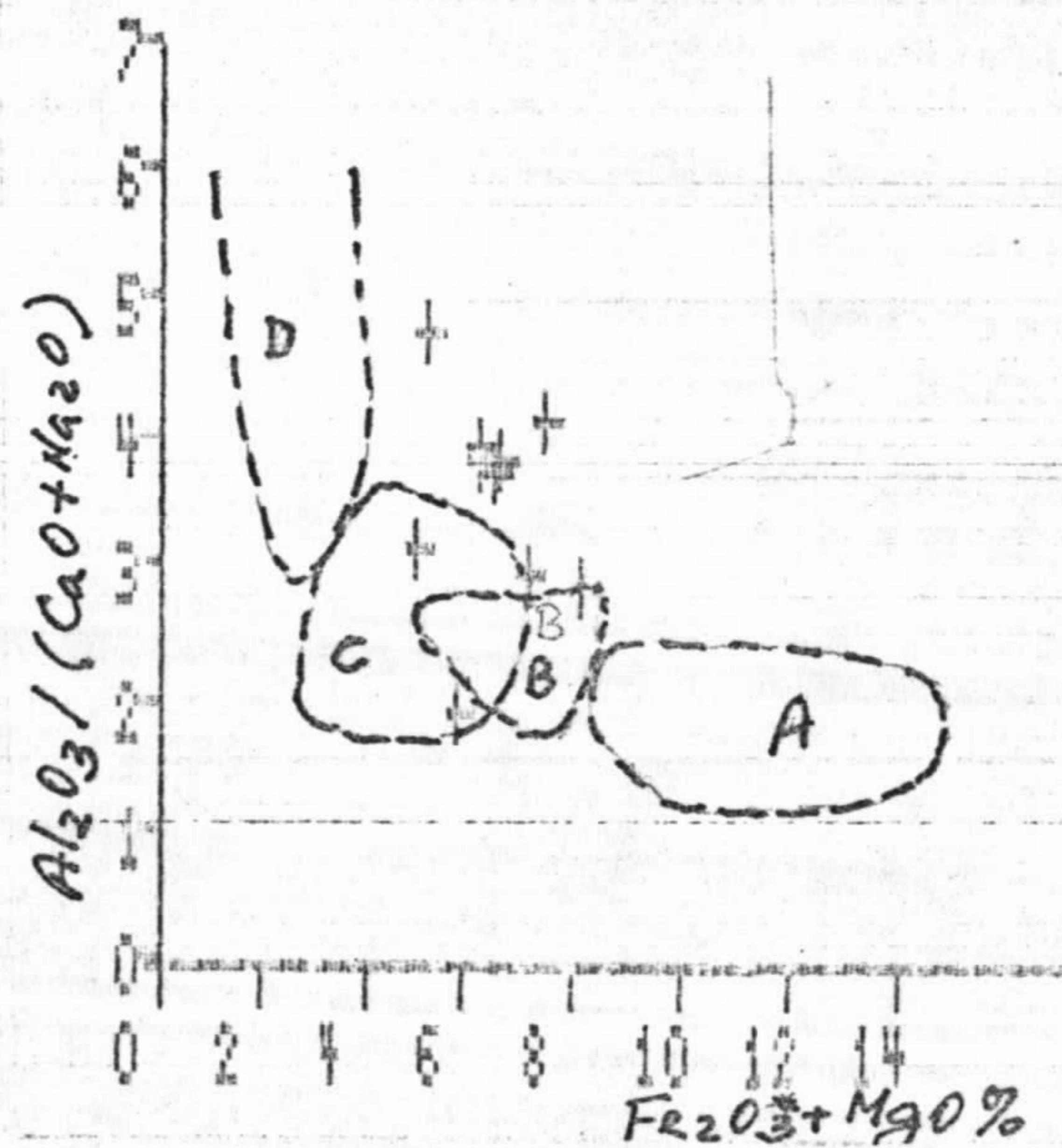
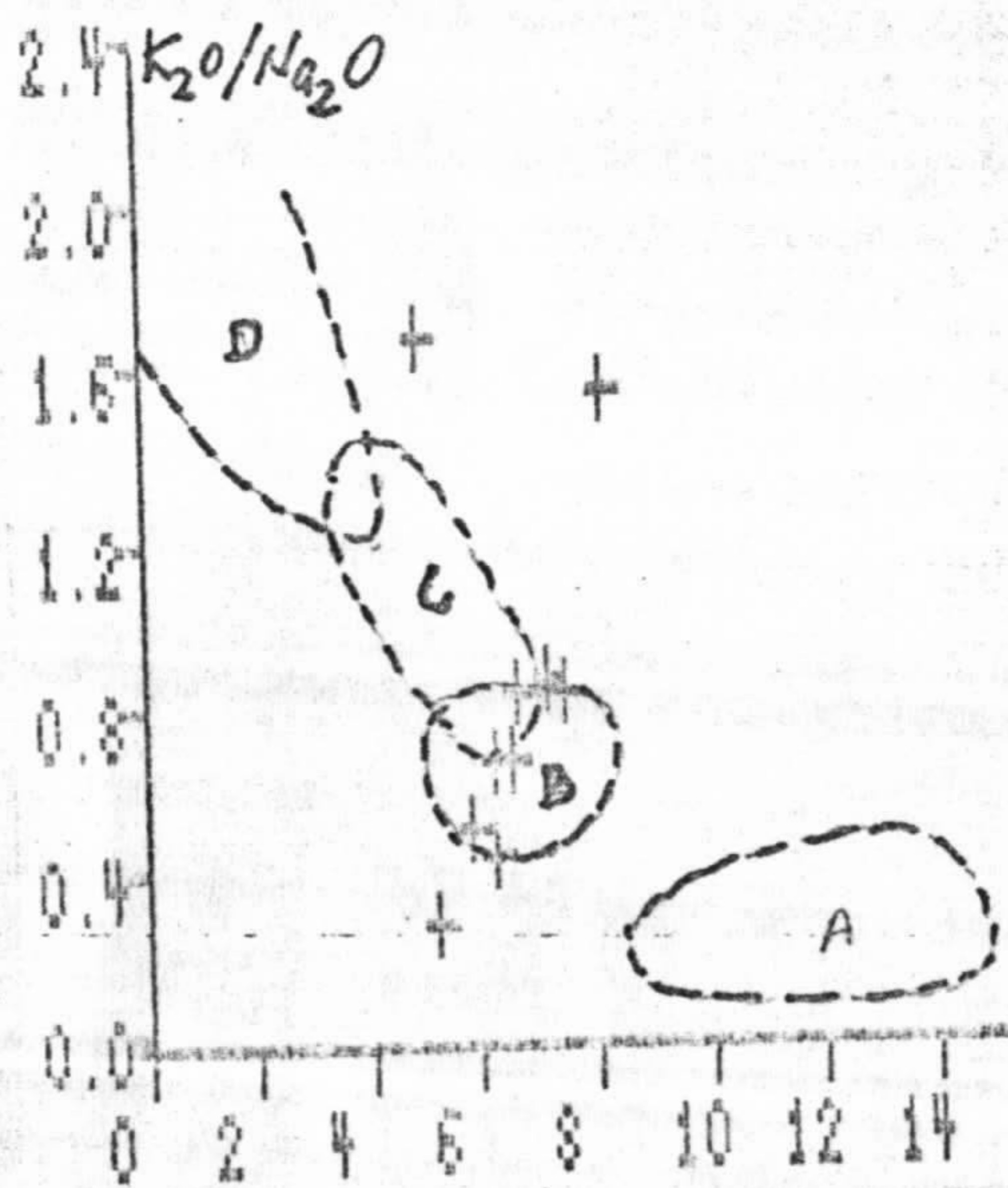
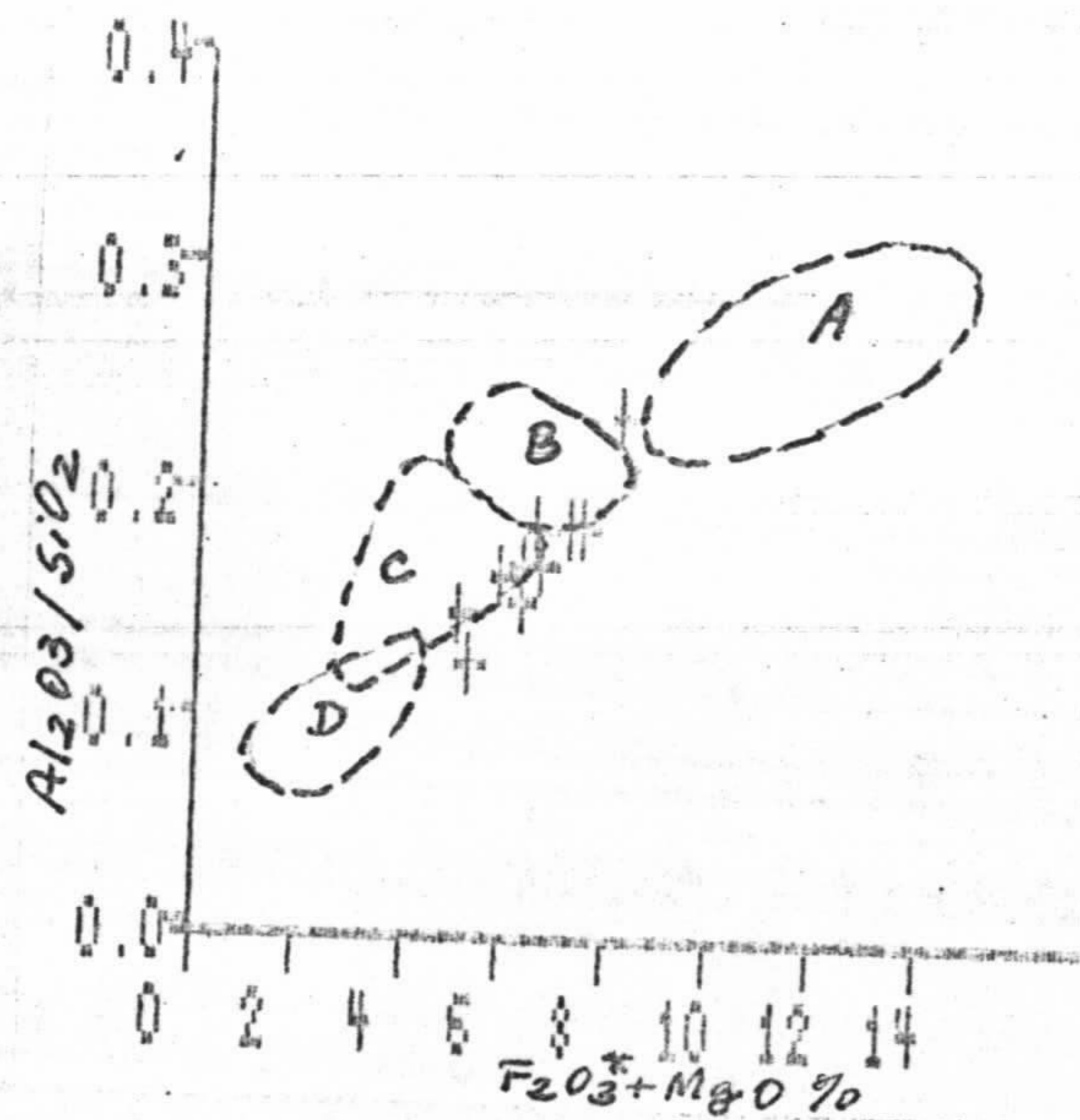
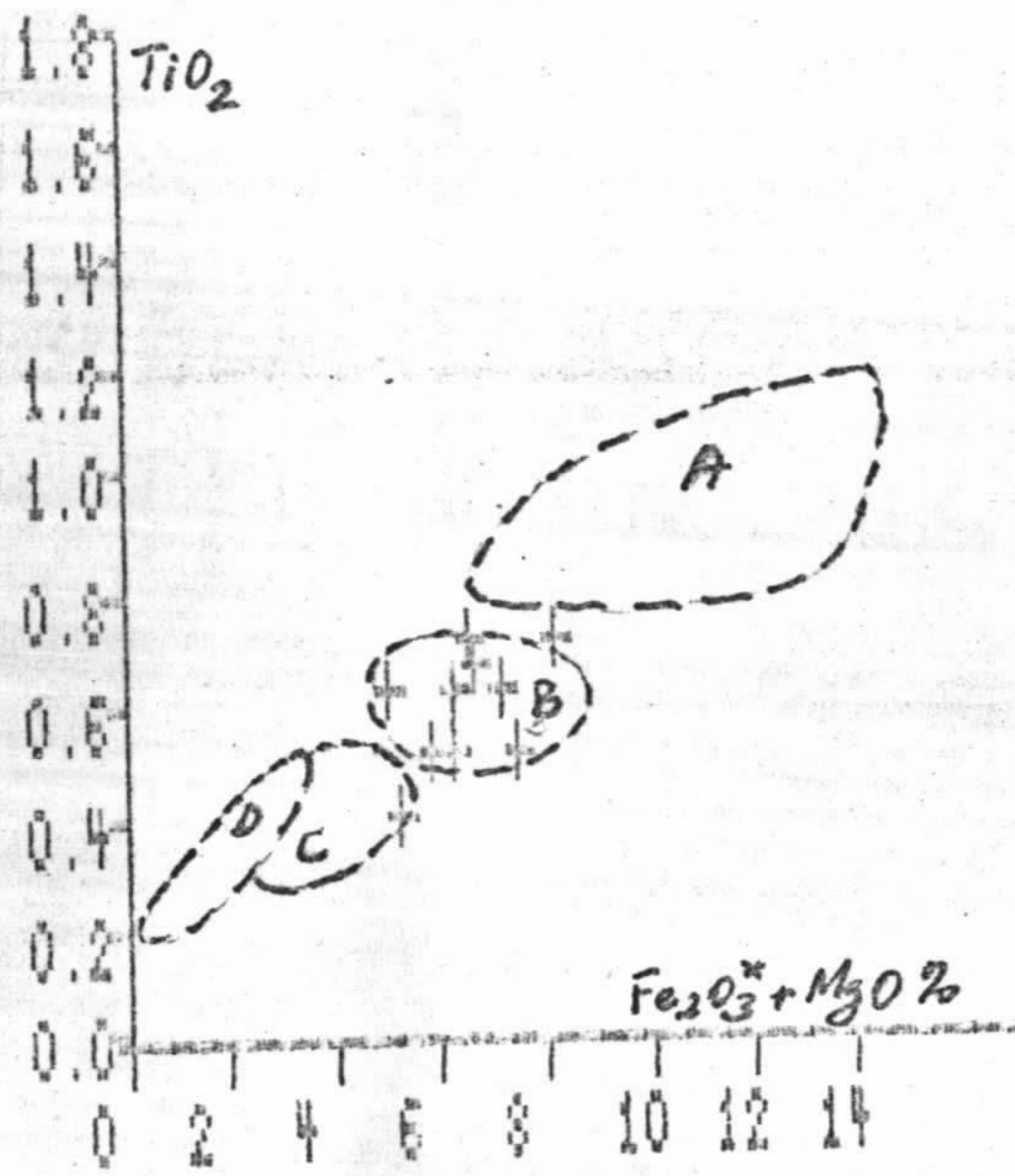


FIGURA 12-DIAGRAMAS DISCRIMINANTES DE AMBIENTES GEOTECTONICOS DE AREIAS E ARENITOS, COM BASE NA COMPOSICAO A PARTIR DOS ELEMENTOS MAIORES, SEG. BHATTIA, 1983, CAMPO; A= ARCO DE ILHA OCEANICO; B= ARCO DE ILHA CONTINENTAL; C- MARGEM CONTINENTAL ATIVA; D- MARGENS CONTINENTAIS PASSIVAS. $Fe_2O_3^*$ = ferro total como Fe_2O_3 . APLICADO AS FORMACOES XAMBIOA, PEQUIZEIRO E COUTO MAGALHAES, NA FOLHA MARABA.

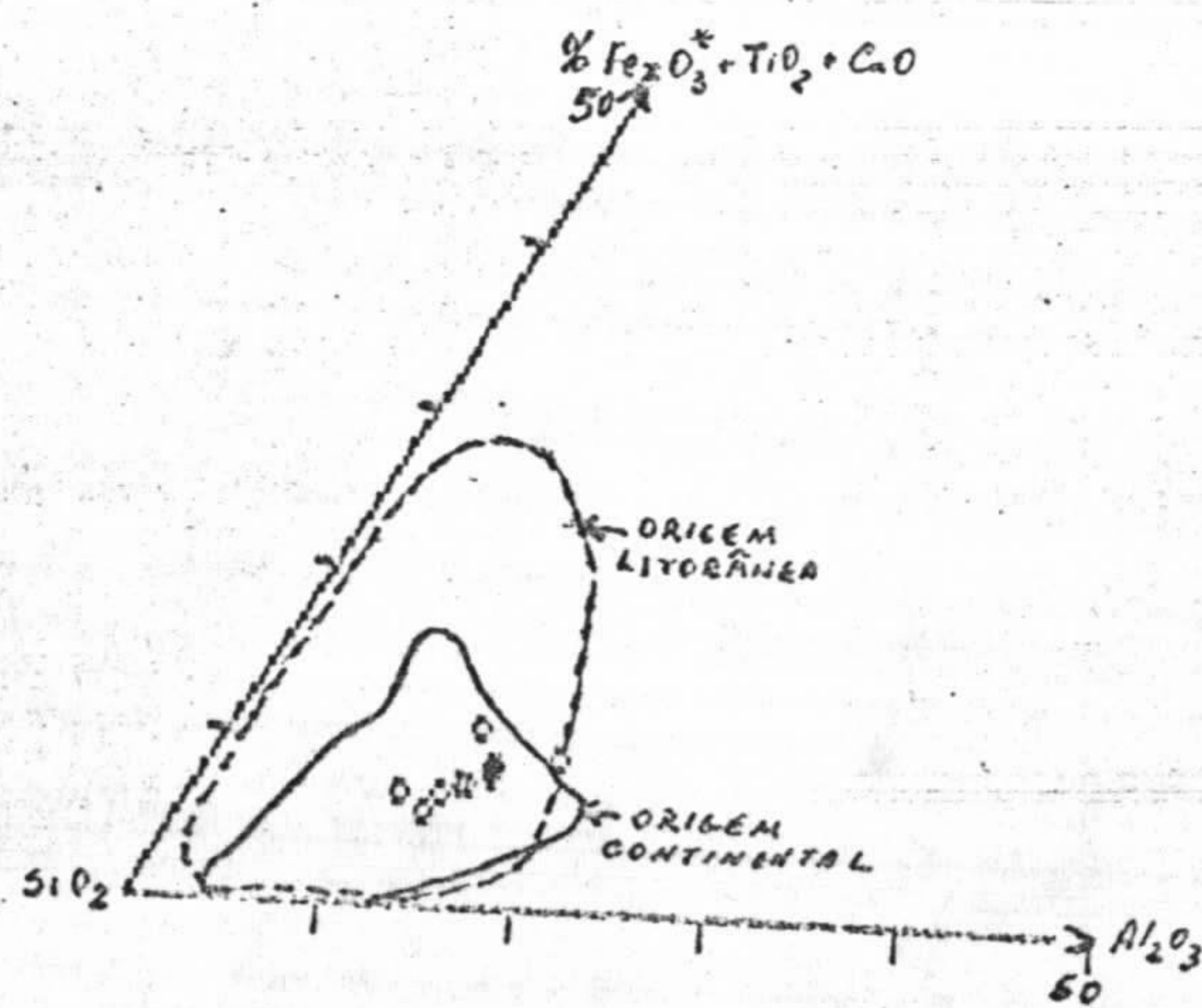


FIGURA 13- A LITOGEQUÍMICA E OS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO, SEGUNDO PALAIN (1978) A PARTIR DO DIAGRAMA TERNÁRIO DE LA ROCHE, 1965. APLICADO AS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

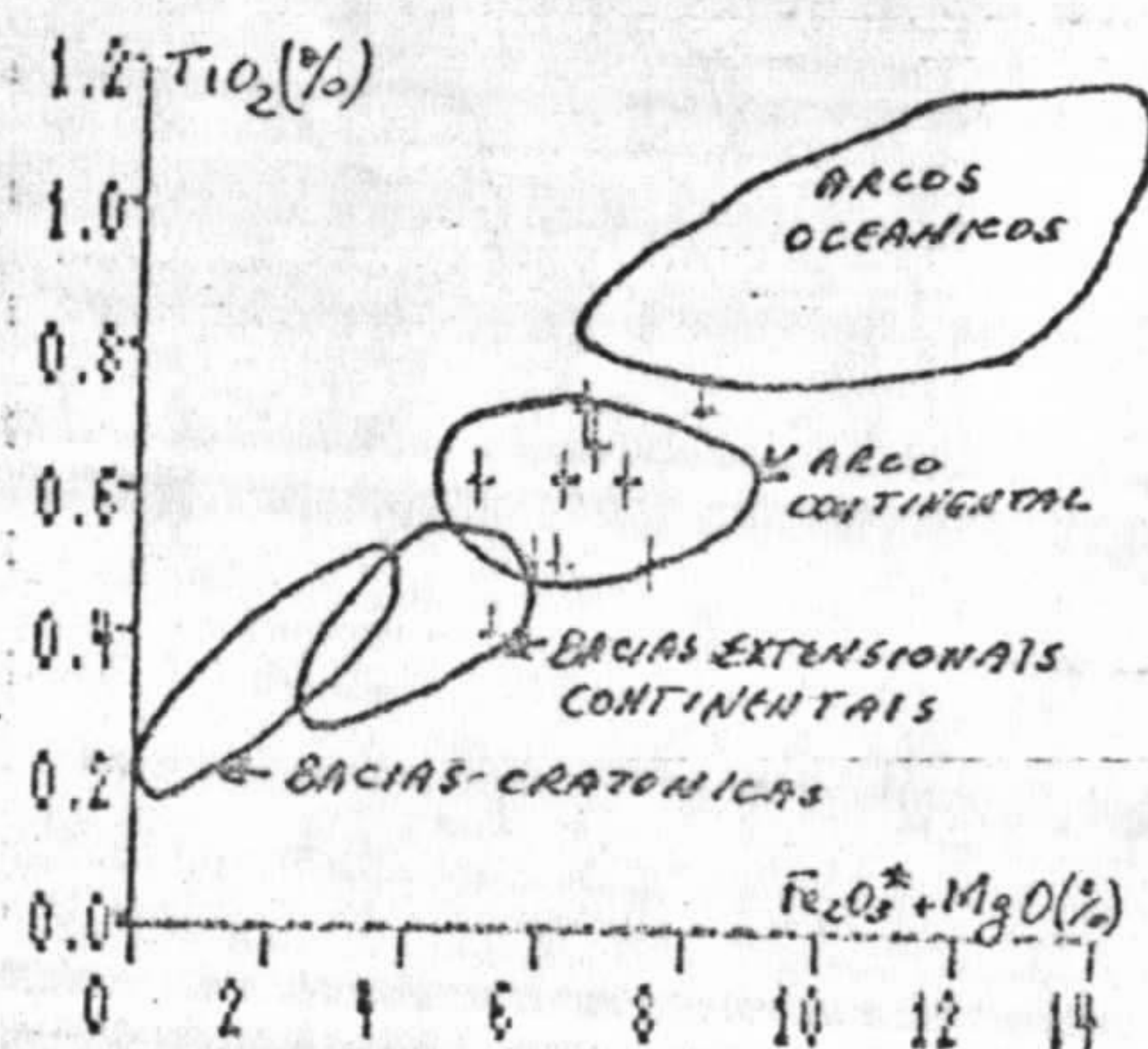


FIGURA 14 DIAGRAMA $TiO_2-(Fe_2O_3+MgO)$ DISCRIMINANTE DE AMBIENTES GEOTECTÔNICOS, SEGUNDO COPELAND E CONDIE, 1986. APLICADO AS ROCHAS DAS FORMAÇÕES XAMBIDÁ, PEQUIZEIRO E DOUTO MAGALHÃES, NA FOLHA MARABÁ.

DADOS QUÍMICOS	ANGSTRAS				PEQUIZEIRO				COTO MAGALHÃES						A	B	C	D
	PM-94	PM-136	PM-146	X1	PM-164	PM-18	X2	PM-12	PM-32	PM-43	PM-58	PM-97	PM-105	X3				
	N = 3				N = 2				N = 6									
SiO2	70,90	77,10	65,00	71,00	69,00	75,10	72,05	72,30	68,00	69,70	70,90	71,00	69,20	70,32	65,90	57,40	70,40	66,00
Al2O3	12,30	9,90	15,60	12,60	13,20	11,50	12,25	11,30	11,30	15,20	12,30	12,30	13,20	12,27	14,90	15,60	14,30	16,00
Fe2O3	3,30	4,50	3,40	3,73	3,00	2,50	2,75	3,60	3,00	2,70	3,30	2,80	3,00	3,07	-	-	-	-
FeO*	5,00	4,66	5,40	5,04	4,70	3,56	4,17	4,71	4,56	5,52	5,06	4,13	4,89	4,80	-	-	-	-
FeD	1,60	0,14	1,60	1,18	1,60	0,25	1,28	1,00	1,40	2,90	1,60	1,20	1,70	1,68	-	-	-	-
FeD+	5,57	4,19	4,86	4,67	4,30	3,28	3,75	4,24	4,10	5,33	4,57	3,72	4,40	4,39	6,40	9,50	5,30	4,50
MnO	0,27	0,17	0,09	0,17	0,08	0,03	0,08	0,52	0,12	0,14	0,27	0,09	0,35	0,20	-	-	-	-
MgO	1,60	0,60	2,60	1,67	2,40	1,50	1,95	1,50	1,30	1,60	1,60	2,10	1,70	1,63	3,60	5,20	2,30	2,30
CaO	0,84	0,84	1,70	1,13	1,70	0,50	1,25	0,54	4,10	0,54	0,94	1,50	1,10	1,54	3,30	7,50	2,00	3,50
Na2O	2,70	4,10	2,30	3,03	3,00	1,60	2,30	3,00	3,00	2,70	2,70	3,50	3,50	3,07	2,90	3,10	1,00	3,00
K2O	2,30	1,20	3,60	2,37	2,70	2,70	2,70	2,10	1,60	2,30	2,30	1,60	2,40	2,05	2,20	0,90	3,00	3,30
TiO2	0,69	0,42	0,73	0,61	0,63	0,63	0,63	0,52	0,52	0,52	0,68	0,63	0,73	0,60	0,60	0,90	0,70	0,60
P2O5	0,17	0,14	0,15	0,15	0,19	0,24	0,22	0,17	0,19	0,10	0,17	0,21	0,20	0,17	-	-	-	-
PF	3,30	0,69	2,50	2,16	2,30	2,40	2,35	2,80	5,20	3,30	3,30	1,90	2,60	3,10	-	-	-	-
TOTAL	99,86	99,80	98,56	99,41	99,50	99,80	99,60	99,65	99,73	100,00	99,96	99,63	99,38	99,73	-	-	-	-
Al2O3/Na2O	4,56	2,41	6,78	4,50	4,40	7,06	5,73	3,77	3,77	4,69	4,56	3,51	3,77	4,04	-	-	-	-
Al2O3/TiO2	18,09	23,57	21,37	20,66	20,95	17,94	19,44	21,73	21,73	25,08	18,09	19,52	18,08	20,44	24,83	17,33	20,43	26,67
Al2O3/SiO2	0,17	0,13	0,24	0,18	0,19	0,15	0,17	0,16	0,17	0,19	0,17	0,17	0,19	0,17	-	-	-	-
Al2O3/(Na2O+CaO)	3,47	2,00	3,90	3,03	2,81	4,71	3,45	2,94	1,59	3,73	3,47	2,46	2,87	2,66	-	-	-	-
Na2O/K2O	1,17	3,42	0,64	1,74	1,11	0,59	0,85	1,43	1,80	1,17	1,17	2,19	1,46	1,55	1,30	3,40	0,60	1,20
Fe2O3/FeO	2,06	32,14	1,89	12,03	1,80	2,63	2,25	3,60	2,14	0,93	2,06	2,33	1,76	2,14	-	-	-	-
Fe2O3+MgO	6,68	5,26	8,20	6,71	7,18	5,76	6,12	6,21	5,86	7,52	6,68	6,23	6,59	6,52	-	-	-	-
A/XCN	1,45	1,03	1,45	1,31	1,20	1,60	1,40	1,29	0,80	1,60	1,45	1,20	1,27	1,27	1,13	0,90	1,45	0,90
Ni-(1)	10,00	2,00	25,00	12,33	25,00	15,00	20,00	40,00	25,00	35,00	25,00	15,00	25,00	27,50	-	-	-	*
Co-(3)	2,50	2,50	20,00	2,33	15,00	15,00	15,00	20,00	15,00	30,00	20,00	15,00	15,00	19,17	-	-	-	54,00
Cr-(1)	150,00	7,00	100,00	83,67	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	150,00	150,00	100,00	100,00	100,67	-	-	-	26,00
Cu-(1)	30,00	2,50	15,00	15,63	20,00	20,00	20,00	30,00	30,00	20,00	20,00	5,00	15,00	20,00	-	-	-	90,00
Sc-(1)	15,00	5,00	15,00	11,67	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	7,00	15,00	10,33	-	-	-	20,00
V-(1)	100,00	7,00	70,00	59,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	50,00	30,00	70,00	65,33	-	-	-	13,00
Sr-(1)	35,00	100,00	45,00	48,33	135,00	115,00	125,00	20,00	90,00	50,00	30,00	235,00	30,00	79,17	-	-	-	56,00
Ba-(3)	500,00	700,00	1000,00	733,33	500,00	1000,00	750,00	700,00	150,00	500,00	700,00	700,00	700,00	575,00	-	-	-	317,00
Y-(2)	10,00	30,00	114,00	47,67	92,00	90,00	91,00	100,00	80,00	70,00	30,00	20,00	71,00	66,17	-	-	-	764,00
Zr-(3)	200,00	700,00	1000,00	333,33	70,00	200,00	135,00	100,00	100,00	700,00	500,00	300,00	120,00	300,00	-	-	-	26,00
β-(1)	70,00	7,00	30,00	35,67	50,00	30,00	40,00	50,00	50,00	50,00	50,00	30,00	50,00	46,67	-	-	-	205,00
Nb-(1)	10,00	50,00	10,00	23,33	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	-	-	-	9,30
Po-(1)	7,00	7,00	30,00	14,67	30,00	30,00	30,00	20,00	20,00	10,00	15,00	15,00	10,00	15,00	-	-	-	20,00
Zr/Nb	20,00	14,00	10,00	14,67	7,00	20,00	13,50	10,00	10,00	70,00	50,00	30,00	10,00	35,00	-	-	-	10,15
Zr/Y	20,00	23,33	0,88	14,74	0,76	2,22	1,49	1,00	1,16	10,00	16,67	15,00	1,10	7,21	-	-	-	7,61
Nb/Y	1,00	1,67	0,09	0,92	0,11	0,11	0,11	0,10	0,12	0,14	0,33	0,50	0,11	0,17	-	-	-	0,77
Ni/Co	4,00	0,80	1,25	2,02	1,67	1,00	1,33	2,00	1,67	1,17	1,25	1,88	1,67	1,52	-	-	-	2,00
Sc/Ni	1,50	2,50	0,60	1,53	0,40	0,67	0,53	0,25	0,40	0,29	0,40	0,47	0,60	0,33	-	-	-	0,24
Sc/Cr	0,10	0,71	0,15	0,32	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07	0,07	0,15	0,10	-	-	-	0,14
V/Ni	10,00	3,50	2,00	5,43	2,00	4,67	3,73	1,75	2,60	2,00	2,00	3,33	2,90	2,14	-	-	-	1,78
Cr/V	4,29	0,20	2,66	2,45	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,29	4,29	2,86	2,86	3,14	-	-	-	2,57

TABELA 1 - Dados químicos das rochas metassedimentares na Folha Marabá.

FeO* = 0,8958 Fe2O3 + FeO

PM-10 = Quartzo-muscovita-clorita-xisto.
 PM-12 e 164 = Calcio-clorita-muscovita-xisto.
 PM-32 = Calcio-muscovita-clorita-xisto.
 PM-43 e 58 = Biotita-clorita-muscovita-xisto.
 PM-94 = Biotita-muscovita-xisto.
 PM-97 e 105 = Muscovita-clorita-xisto.
 PM-136 e 146 = Biotita-muscovita-xisto.

A/XCN = Al2O3/K2O+CaO+Na2O (molar)

N.A. - Elemento não analisado

(1) = Análise por absorção atômica.
 (2) = Análise por raio-x.
 (3) = Análise por espectrografia de emissão.

A = Rochas sedimentares clásticas arqueanas.
 B = Crosta superior arqueana.
 C = Rochas sedimentares clásticas pos-arqueanas.
 D = Crosta superior pos-arqueana.

Segundo TAYLOR & McLENNAN (1981).

* - Crosta continental, segundo SHAW et al, 1986.