

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Estudo da Distribuição Geoquímica de Bário, Estrôncio, Titânio, Nióbio, Lantânia, Zircônio e Ítrio, em Rochas Alcalinas da Área Canguçu-Piratini, RS

Josete Dani Sánchez, Édison Dausacker Bidone, Dione Alves Pintaúde, Sônia Reichel Pereira
Pesquisas em Geociências, 12 (1): 79-117, Set./Dez., 1979.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21762>

Publicado por

Instituto de Geociências



**Portal de Periódicos
UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1979.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

**ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO GEOQUÍMICA DE BÁRIO, ESTRÔNCIO, TITÂNIO,
NIÓBIO, LANTÂNIO, ZIRCÔNIO E ÍTRIO, EM ROCHAS ALCALINAS
DA ÁREA CANGUÇÚ-PIRATINI, RS.**

Josete C. Dani Sánchez *
Edison Dausacker Bidone **
Dione Alves Pintaúde ***
Sônia Reichel Pereira *

SINOPSE

Foi desenvolvido neste trabalho o estudo espectroquímico quantitativo dos elementos: bário, estrôncio, titânio, nióbio, lantânio, zircônio e ítrio em rochas alcalinas, caracterizadas, petrograficamente, como traquito-fonolíticas, de Canguçú-Piratini, RS.

Dos dados analíticos obtidos para a província petrográfica alcalina, foi feito um estudo comparativo com valores já conhecidos de outras áreas do Brasil (Guimarães e Dutra, 1962) e de Magnet Cove (Ericson & Blade, 1963), Arkansas, USA.

ABSTRACT

Using spectrochemical analysis it was studied the geochemistry of some elements (Ba, Sr, Ti, Nb, La, Zr and Y) in alkaline rocks petrographically defined as trachyte-phonolite from Canguçú-Piratini, RS. Those values were compared with other similar area in Brazil and with Magnet Cove, Arkansas, USA.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho resultou de convênio assinado entre o Ministério de Minas e Energia, através do Primeiro Distrito do Departamento Nacional de Produção Mineral e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do Instituto de Geociências, Curso de Geologia, em 1972.

Em 1974, os autores, alunos do Curso de Pós-Graduação em Geociências, realizaram o presente estudo para a disciplina de Espectroquímica aplicada à Geoquímica. Em 1976 foi autorizada a sua publicação pelo DNPM.

Em um artigo publicado na IHERINGIA, Geol. n.º 4,59-71, com o título “Uma província alcalina no Rio Grande do Sul” – Ribeiro, M. (1971) – registra a descoberta de uma província alcalina no Rio Grande do Sul. No referido trabalho o autor descreve a descoberta de 9 chaminés localizadas na fossa do Arroio Moirão. As ocorrências foram descritas, petrograficamente, como do tipo traquito-fonolíticas e, excepcionalmente, tinguaítos.

* CIENTEC, RS

** UFRGS

*** UFRGS, CNPq

Trabalho recebido para publicação em 26/01/79

Em 1972 esta área foi mapeada na escala 1:50.000, pelos alunos do Curso de Geologia da UFRGS em seu trabalho de graduação. No relatório* enviado ao DNPM (1975) ficaram registradas cerca de 32 ocorrências de rochas alcalinas, na forma de chaminés com diâmetro médio entre 50 a 1.000 metros.

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

A área mapeada está compreendida entre as coordenadas geográficas $31^{\circ}00'$ e $31^{\circ}15'$ de latitude sul e $53^{\circ}15'$ e $52^{\circ}45'$ de longitude oeste de Greenwich. A mesma é constituída por duas quadrículas de $15'$ geográficos de lado cada uma, sendo denominadas pelo Serviço Geográfico do Exército de Arroio Barrocão (SH-22-Y-C-II-2), com coordenadas $31^{\circ}00'$ e $31^{\circ}15'$ de latitude sul e $53^{\circ}15'$ e $53^{\circ}00'$ de longitude oeste de Greenwich, e Arroio da Bica (SH-22-Y-C-III-1) de coordenadas $31^{\circ}00'$ e $31^{\circ}15'$ de latitude sul e $52^{\circ}45'$ e $53^{\circ}00'$ de longitude oeste.

Esta área está situada ao sul do rio Camaquã, ficando a sudeste da cidade de Canguçú e a nordeste da cidade de Piratini. Dista cerca de 28 km da primeira cidade e 40 km da última. (Fig. n° 1).

MÉTODO ANALÍTICO

Foi através da espectroscopia de emissão que encontramos a maneira mais sensível, rápida e precisa, para dosagem simultânea de bário, estrôncio, titânio, nióbio, lantânio, zircônio e ítrio.

O método espectroquímico utilizado foi o da energia total.

Foi utilizado um espectrógrafo de rede Web Carl Zeiss Jena, com montagem Ebert, dispersão de $7,37 \text{ Å}^0/\text{mm}$ na primeira ordem e fenda de 0,010 mm. A fonte de excitação Jarrell - Ash foi ajustada para fornecer uma corrente contínua de 220 V e 15 A. Para leitura das chapas fotográficas foi utilizado um microfotômetro Web Carl Zeiss Jena com fenda de 0,030 mm.

Chapas Kodak SA1 e 1 N foram usadas respectivamente para as regiões do ultravioleta e visível.

Linhos Analíticas

Elemento	(Å ⁰)
Bário	4934,086
Estrôncio	4607,331
Nióbio	3163,402
Ítrio	3327,875
Zircônio	3273,047
Titânio	3105,084
Lantânio	3245,120

Os padrões utilizados no presente trabalho foram obtidos a partir do "granito sintético" descrito por Herz, N. e Dutra, C.V. (1958).

Para o presente trabalho foram utilizadas amostras frescas, livres de alteração, com exceção feita à alteração denominada zeolitização tipicamente de origem posterior ao vulcanismo.

As amostras foram quarteadas, pulverizadas (200 mesh) e diluídas com quartzo e grafite nas relações exigidas para as concentrações dos diferentes elementos.

Utilizou-se 17,5 mg de amostra.

Exatidão do método

A exatidão foi avaliada comparando-se os resultados obtidos com o padrão GSP-1 (Padrão do U.S. Geological Survey) na tabela 1.

*Dados analíticos e alguns gráficos do referido relatório foram retirados do presente trabalho, durante a realização da disciplina "Espectroquímica aplicada à Geoquímica".

TABELA 1

Elemento	Valor fornecido pelo U.S.G.S *	Análise Espectroquímica **	% do Erro Analítico
TiO ₂ , %	0,699	0,80	+14
La, ppm	280	273	- 2,5
Y, ppm	36,6	35,4	- 3,3
Nb, ppm	28,3	29,4	+ 3,9

* - Flanagan, F.J. (1969).

** - Média de três determinações.

SÍNTESSE PETROGRÁFICA

As amostras analisadas podem ser classificadas, de uma maneira geral, como sendo hauyna fonólitos. A assembléia mineralógica característica é: hauyna, sanidina e maficos (piroxênios e anfibólios).

Área I

Macroscopia - a cor varia de cinza-clara até castanho-escura; texturalmente podem ser afaníticos ou porfiríticos; apresentam fenocristais de feldspato (sanidina) e pontuações geométricas pretas (hauyna).

Microscopia - textura traquítica a sub-traquítica. A matriz é geralmente formada por micrólitos de aegerina-augita e sanidina.

A sanidina é o mineral mais abundante. Os fenocristais deste mineral podem apresentar inclusões de granadas, apatitas, feldspatóides, esfenos, opacos e vidros. Na maioria das amostras, o piroxênio sódico, aegerina-augita é o segundo mineral em abundância. O feldspatóide hauyna forma fenocristais euédricos, raramente anédricos. Acessoriamente podem ocorrer melanita, esfénio, apatita e opacos.

Área II

Macroscopia - de uma maneira geral, os hauyna-fonólitos e traquito-alcalinos são de cores escuras (cinza-castanhos). Afaníticos com fenocristais de sanidina, melanita e carbonatos.

Microscopia - textura porfirítica com matriz fluidal. A sanidina aparece euédrica e anédrica. Podem aparecer inclusões de granada e barkevicia. Hauyna ocorre como fenocristais isolados. Ocorre ainda aegerina e augita. Como acessórios, aparece melanita, esfénio, biotita e opacos.

Área III

Macroscopia - texturalmente porfiríticos, raramente afaníticos. Fenocristais de sanidina, aegerina-augita e biotita.

Microscopia - a matriz é composta por micrólitos de feldspato alcalino, aegerina, vidro e opacos. Os fenocristais são de sanidina, aegerina-augita e melanita. Como acessórios ocorrem o esfénio, apatita e zircão.

CONVENÇÕES PARA AS AMOSTRAS DA ÁREA ESTUDADA E OUTRAS ÁREAS UTILIZADAS PARA COMPARAÇÃO

- R1 – Tinguaíto (Poços de Caldas)
- R2 – Fonolito (Poços de Caldas)
- R3 – Fonolito (Rio de Janeiro)
- R4 – Fonolito (Arquipélago Fernando Noronha)
- R5 – Fonolito (Cabo Frio – RJ)
- R6 – Fonolito (Ilha da Trindade)
- R7 – Área estudada
- R8 – Fonolito Alterado (Magnet Cove – USA)
- R9 – Esfénio sienito nefelínico (Magnet Cove – USA)
- R10 – Traquito fonolito (Magnet Cove – USA)
- R11 – Traquito pôrfiro (Magnet Cove – USA)
- R12 – Tinguaíto (Magnet Cove – USA)
- R13 – Granada pseudo-leucita (Magnet Cove – USA).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

LANTÂNIO E ÍTRIO

O lantânio e o ítrio são componentes comuns dos minerais e rochas, ainda que apareçam em pequenas concentrações.

A faixa dos valores para o lantânio, da área em estudo, ficou entre 171 e 435 ppm, sendo que o ítrio apresentou concentrações entre 15 e 98 ppm (Tab. n° 2).

Aproximadamente 10% das amostras apresentaram, para ítrio, valores abaixo do limite de detecção (15 ppm). 40% situaram-se na faixa de 30 a 40 ppm (Fig. n° 2).

Para o lantânio a maioria das amostras (65%) situaram-se entre 150 e 300 ppm. É notável o elevado número de amostras (19%) em que foram constatados valores inferiores ao limite de detecção (100 ppm) (Fig. n° 4).

Esses dois elementos apresentaram médias menores, comparadas com outras áreas alcalinas do Brasil (Fig. n°s 3 e 5). Acreditamos que isso se deva ao fato de que os elementos citados têm preferência na substituição ao cálcio e potássio, sendo que a associação mineralógica das amostras em estudo é formada por minerais carentes destes dois elementos (cálcio e potássio). A sanidina é um mineral onde mais de 50% de potássio foi substituído pelo sódio.

A própria formação da melanita deve-se, talvez, à substituição do cálcio dos piroxênios por sódio e consequente enriquecimento de cálcio nos fluídos finais de cristalização, gerando o aparecimento de minerais cárnicos, entre os quais, a melanita. Em síntese, podemos afirmar que o ítrio e o lantânio ocorrem, nas amostras estudadas, como misturas isomórficas em minerais cárnicos, especialmente as melanitas e ainda, esfénio, apatita e zircão. Segundo Lyakhovich (1967), esfénio e melanita são os principais concentradores de terras raras do grupo do ítrio.

NIÓBIO

Em consequência da semelhança entre seus raios iônicos ($Nb^{+5} = 0,69 \text{ Å}^{\circ}$ e $Ti^{+4} = 0,68 \text{ Å}^{\circ}$), esses dois elementos possuem grande afinidade química.

No esfénio a concentração de nióbio pode ser consideravelmente alta. Este elemento está presente diadocamente na estrutura de quase todos os minerais portadores de titânia. Nas granadas titaniferas, melanitas, assim como na biotita e hornblenda, o nióbio está substituindo o manganês em quantidades consideráveis. Uma observação deve ser feita para o fato de que o nióbio se concentra nos últimos estádios de cristalização durante a diferenciação magmática. Dessa maneira, o conteúdo de nióbio nos minerais de titânia de alta temperatura é pequeno.

Vlasov (1966) e Rankama (1963) sugerem a possibilidade de diadoquia do nióbio pelo zircônio; sendo o zircônio um de seus veículos mais importantes nas rochas ígneas. A concentração de nióbio no zircão pode ser de até 2% de Nb_2O_5 .

Os dados obtidos, em sua maioria para a área estudada, (tabela n.º 2) estão na faixa de 100 a 200 ppm (58%), sendo, porém, expressivo o nº de amostras (15%) em que o nióbio se apresenta com valores abaixo do limite de sensibilidade (10 ppm) (Fig. n.º 6). As rochas examinadas por Guimarães e Dutra apresentaram valores sensivelmente mais altos. Sem dúvida, uma mineralização acessória, formada pelos minerais zirconíferos citados acima é a responsável por este fato. Esta mineralização ocorre em pequena quantidade nas rochas aqui examinadas.

A média dos dados obtidos para as rochas alcalinas de Magnet Cove – USA, por Ericson e Blade (1963), é similar a da área estudada, porém, para traquito-fonolitos (R10) e tinguaítos (R12) os valores foram superiores aos da área estudada (Fig. 7). Isto talvez se deva à presença dos minerais concentradores de nióbio, como: rutilo, brookita, perovskita e eudialita, ausentes nas rochas em estudo.

Nas figuras de n.ºs 6 e 7, constam, respectivamente, a variação de concentração da área em estudo e dados comparativos com outras alcalinas do Brasil e Magnet-Cove, USA.

ZIRCÔNIO

O zircônio se concentra nos minerais exclusivamente sob a forma de ion Zr^{+4} . Seu índice de coordenação geralmente é 8. Com este índice forma o zircão. É no zircão (67% de ZrO_2) que se encontra esse elemento nas amostras analisadas. A aegerina é mineral concentrador de zircônio, segundo Rankama (1962), até 0,4% de ZrO_2 ; o esfénio também pode ser concentrador de zircônio. O processo de substituição do zircônio pelo titânio, no esfénio é esperado (assim também como o ferro, o nióbio e o vanádio). Os baixos teores da concentração de nióbio e zircônio e o alto valor do titânio para a área em estudo, vêm corroborar este fato.

Vlasov (1966) nos dá evidências da diadoquia entre titânio e zircônio, principalmente nas granadas titaníferas (melanitas). Outra possibilidade de substituição é a do cálcio pelo zircônio, na estrutura dos piroxênios (aegerina) e apatitas.

O intervalo de concentração do zircônio, para a área em estudo, foi de 96 a 851 ppm (Tab. n.º 2). Na figura n.º 8, pode ser observado o percentual dos teores para este elemento. O maior percentual das amostras (58,2%) situou-se entre 400 e 700 ppm.

Os dados obtidos para a área em estudo são sensivelmente menores que os valores encontrados por Guimarães e Dutra (1962); em rochas similares (Fig. n.º 9). A explicação para este fato, segundo os autores acima citados, encontra-se na presença de sílico-zirconatos, giannettita (como inclusão e/ou mineral isolado) e eudialita, assim como o enriquecimento em zircônio durante a intrusão e, aliando-se ainda, a ocorrência de maior abundância em zircão.

A comparação dos dados obtidos por Ericson e Brade (1963) com as rochas de Magnet Cove, faz pensar que a geoquímica do zircônio dessa área é similar à nossa. As diferenças existentes entre as concentrações encontradas para os diversos focos vulcânicos da área em estudo, talvez tenha como causa a maior ou menor assimilação do material da encaixante por parte da intrusão alcalina.

ESTRÔNCIO E BÁRIO

Apesar de sua abundância não formam minerais isolados. O estrôncio substitui ao cálcio e ao potássio. O bário substitui ao potássio.

O feldspato mais importante nas rochas analisadas é a sanidina. Este mineral é, sabidamente, um dos minerais feldpáticos que primeiro se separa durante a cristalização e é rico em estrôncio e bário. Podemos afirmar que a maior parte do estrôncio está contido na sanidina. Outros minerais concentradores desses elementos, apatita e esfénio, também são encontrados nas amostras.

Pela associação mineralógica existente, augita, aegerina-augita, algum diopsídio, barkevicitá, homblenda, apatida, esfénio, zircão, calcita, etc., faz-nos pensar em rochas alcalinas do tipo miasquítico. Segundo Gerasimovskii (1956), rochas que possuem minerais com menos sódio e mais cálcio fazem-nos pensar num favorecimento à concentração de estrôncio e bário.

Grandes variações foram observadas nas concentrações de bário e estrôncio. O intervalo de concentração foi de 130 a 7800 ppm para bário e 500 a 11.000 ppm para estrôncio. (Tab. n.º 2).

Aproximadamente 40% das amostras situaram-se na faixa de 100 a 1000 ppm de bário, enquanto 46% das amostras situaram-se entre 2500 e 5000 ppm. Esse fato fez com que se elevasse muito a média para a área estudada (Fig. n.º 12).

A ocorrência de 26% das amostras com concentração acima de 7000 ppm de estrôncio, elevou muito a sua média (fig. n.º 10).

Os teores de estrôncio e bário são superiores à maior parte das ocorrências alcalinas similares de Magnet Cove e aos tinguaítos e fonolitos do Brasil (Figs. n.ºs 11 e 13).

A distribuição média de bário para a área em estudo não superou, porém, aos tinguaítos e granadas pseudo-leucitas de Magnet Cove. O bário se concentra, em relação ao estrôncio, nas rochas com feldspato potássico. Este fato observado por No11 (1934), é citado por Rankama e Sahama (1949). Segundo Guimarães e Dutra (1962), em Poços de Caldas predominam os feldspatos potássicos. No entanto, a predominância de estrôncio sobre o bário, para essa área, se deve à presença de silico-zirconatos e titano-silicatos, ricos em estrôncio, e também ao processo de diferenciação que teria mobilizado esse elemento na fase final do vulcanismo.

A predominância dos valores de concentração do estrôncio sobre o bário, para a área em estudo, talvez se deva à presença de silicatos de titânio e zircônio, ricos em estrôncio.

TITÂNIO

O titânio pode formar minerais independentes, como também pode ocultar-se na estrutura de outros minerais.

Nas amostras analisadas foi detectado, petrograficamente, apenas esfénio (41% de TiO_2). Ilmenita e rutilo talvez aparecessem numa micropetrografia mais detalhada. O titânio pode estar oculto na estrutura de minerais ferromagnesianos como biotita, granada e augita, presentes nas amostras em estudo.

O papel do titânio nas granadas gera opiniões muito controvertidas. Nas granadas titaníferas, melanitas, chega a 22% o teor de TiO_2 (segundo Rankama e Sahama), provavelmente (segundo Gomes, Dutra, Hypólito e Valarelli – 1968) o Ti^{+4} ocupa a posição tetraédrica (substituindo o Si^{+4}) e/ou a octaédrica (substituindo o Fe^{+3} e/ou Al^{+3}).

Os teores de titânio (TiO_2), para a área em estudo, variam entre 0,06% a 4,20%, com o valor médio de 0,96% (Tab. n.º 2).

O maior intervalo de concentração (aproximadamente 44% das amostras), situou-se na faixa de 0,05% a 0,5%. Apenas uma das amostras apresentou teor superior a 4% de TiO_2 (fig. n.º 14).

As diferenças de concentração de TiO_2 observadas entre as amostras R8 (2,76%), R9 (1,21%) e R10 (1,97%) de Magnet Cove, e a média das amostras (0,96%) da área em estudo (fig. n.º 15), se devem a três fatores:

- 1) Presença de elevados teores de rutilo, brookita e perovskita nas amostras de Magnet Cove.
- 2) Grandes concentrações de esfénio, intercrescido com melanita.
- 3) Maior tendência básica das amostras R8, R9 e R10.

TABELA N° 2

RESULTADOS DA ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA

Amostra	ppm Y	ppm La	ppm Nb	% TiO ₂	ppm Zr	ppm Ba	ppm Sr
6 - 58 C	20	213	217	0,12	740	519	2.520
6 - 162	35	<100	<10	3,05	340	484	1.350
A - 6-119	41	273	126	1,20	622	3.650	7.200
8 - 147	36	<100	<10	2,55	622	680	1.700
6 - 57	15	<100	307	0,14	745	2.030	4.000
8 - 126 B	40	239	175	0,82	414	2.950	5.900
8 - 122 C	58	298	206	1,40	163	2.300	6.900
8 - 156	34	<100	<10	4,20	260	501	1.100
8 - 122 B	37	226	154	1,10	622	3.400	10.500
8 - 31	16	<100	<10	0,88	96	260	500
6 - 118 B	39	294	24	1,15	622	3.910	10.000
6 - 134 A	40	275	53	0,26	548	4.530	11.000
8 - 126 C	55	316	112	0,73	414	3.200	6.000
6 - 56 C	<15	196	24	0,11	622	2.380	1.000
6 - 53	98	401	129	1,35	740	4.900	maior que 11.000
V - 50-3	31	183	125	0,33	422	4.530	9.000
6 - 116 C	77	392	245	1,65	526	3.150	10.200
V - 132	32	316	140	0,94	481	3.920	790
V - 66-1	35	<100	<10	1,65	96	278	500
V - 56	34	<100	405	0,22	392	3.400	4.630
6 - 132 A	23	171	32	0,13	700	743	5.280
8 - 123 B	77	341	147	2,20	622	2.100	6.900
8 - 122 A	75	350	206	1,40	296	3.000	6.000
V - 94	90	435	199	1,20	529	130	1.480
V - 128	<15	273	210	0,06	548	5.400	3.350
V - 54	<15	328	154	0,08	392	192	2.250
V - 138	34	294	133	1,0	622	3.400	8.200
8 - 128	62	252	161	0,96	529	2.880	7.200
V - 109	34	213	111	0,21	529	457	3.300
V - 119	39	188	161	0,28	685	580	3.200
V - 117	39	188	157	0,26	622	672	2.800
V - 76	39	196	161	0,30	851	734	3.700
V - 107	<15	217	108	0,24	489	466	4.200
V - 188	39	<100	<10	2,05	152	295	540
V - 55	49	196	300	0,45	622	3.300	3.600
V - 131	79	290	171	1,40	466	7.800	7.200
V - 108	51	226	108	1,00	444	3.850	8.000
V - 51	54	196	273	0,35	777	2.800	3.000
V - 130	70	243	168	1,70	274	2.000	6.800
V - 67	50	222	119	1,05	585	3.200	6.300
V - 42	44	209	105	0,63	392	3.900	9.000
V - 26	35	290	171	0,32	392	2.730	maior que 11.000
V - 139	67	256	154	1,60	485	3.480	790
V - 65	<15	247	157	0,26	529	184	880
V - 78	-	-	-	-	-	-	2.250
V - 114	44	196	178	0,30	622	591	3.920
V - 155	55	<100	<10	2,30	111	206	600
V - 10	32	256	125	0,30	466	3.180	1.200
V - 118	43	183	132	0,28	851	609	3.600
V - 78 A	-	-	-	-	-	-	2.920

CONCLUSÕES

- 1) O intervalo de concentração para lantânio, da área em estudo, ficou entre 171 e 435 ppm, sendo que o ítrio apresentou concentrações entre 15 e 98 ppm. Esses dois elementos ocorrem nas amostras estudadas, como misturas isomórficas em minerais cárnicos, especialmente as melanitas e ainda esfênio, apatita e zircão.
As Terras Raras do grupo do cério são muito mais abundantes que as Terras Raras do grupo do ítrio. A relação lantânio: ítrio, em média, é de aproximadamente seis.
- 2) A faixa dos valores para nióbio, da área em estudo, ficou entre 24 e 405 ppm. Os dados obtidos foram sensivelmente menores que os apontados por Guimarães e Dutra para rochas similares em outras áreas do Brasil. Isto se deve talvez a baixa ocorrência de minerais zirconíferos na área em estudo.
- 3) O intervalo de concentração do zircônio, para a área em estudo, foi de 96 a 851 ppm. É no zircão que se encontra esse elemento nas amostras analisadas.
- 4) Os valores obtidos para bário situaram-se entre 130 e 7.800 ppm. Para estrôncio a faixa situou-se entre 500 e 11.000 ppm. A predominância da concentração de estrôncio sobre o bário, talvez se deva à presença de silicatos de titânio e zircônio ricos em estrôncio. Os altos teores encontrados para esses dois elementos são atribuídos à presença de sanidina, o feldspato mais importante das rochas analisadas.
- 5) Os teores de titânio (TiO_2), para a área em estudo, variaram entre 0,06% e 4,20%. A presença desse elemento deve-se principalmente à ocorrência de esfênio; eventualmente poderia estar oculto na estrutura de minerais como biotita, granada e augita, presentes nas amostras analisadas.

AGRADECIMENTOS

Deixamos aqui consignados os nossos agradecimentos ao Ministério de Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral e Curso de Pós-Graduação em Geociênci da UFRGS, que possibilitaram a execução deste trabalho.

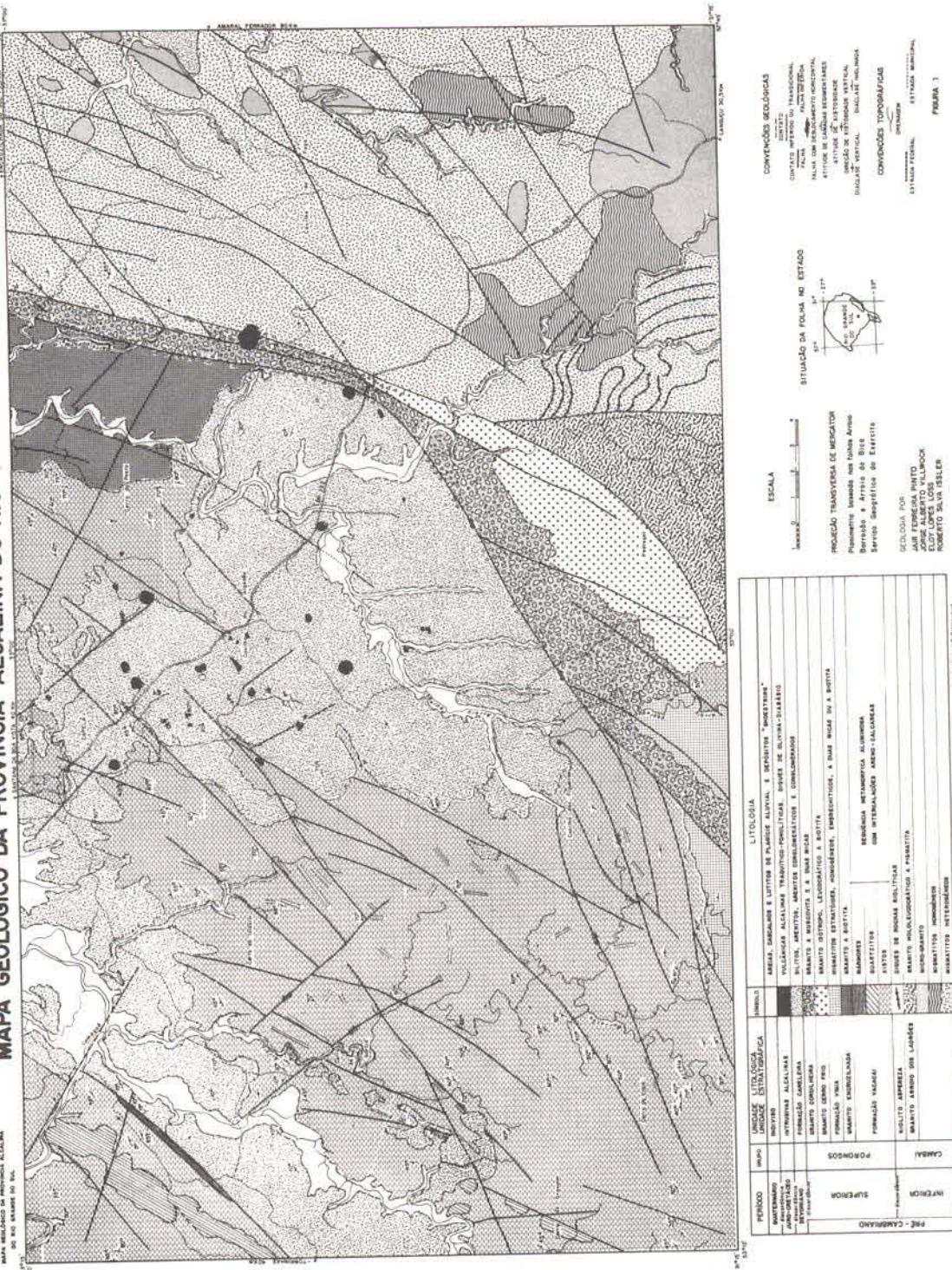
Agradecemos ao professor Dr. Cláudio Vieira Dutra pelas críticas e sugestões apresentadas durante a execução do mesmo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

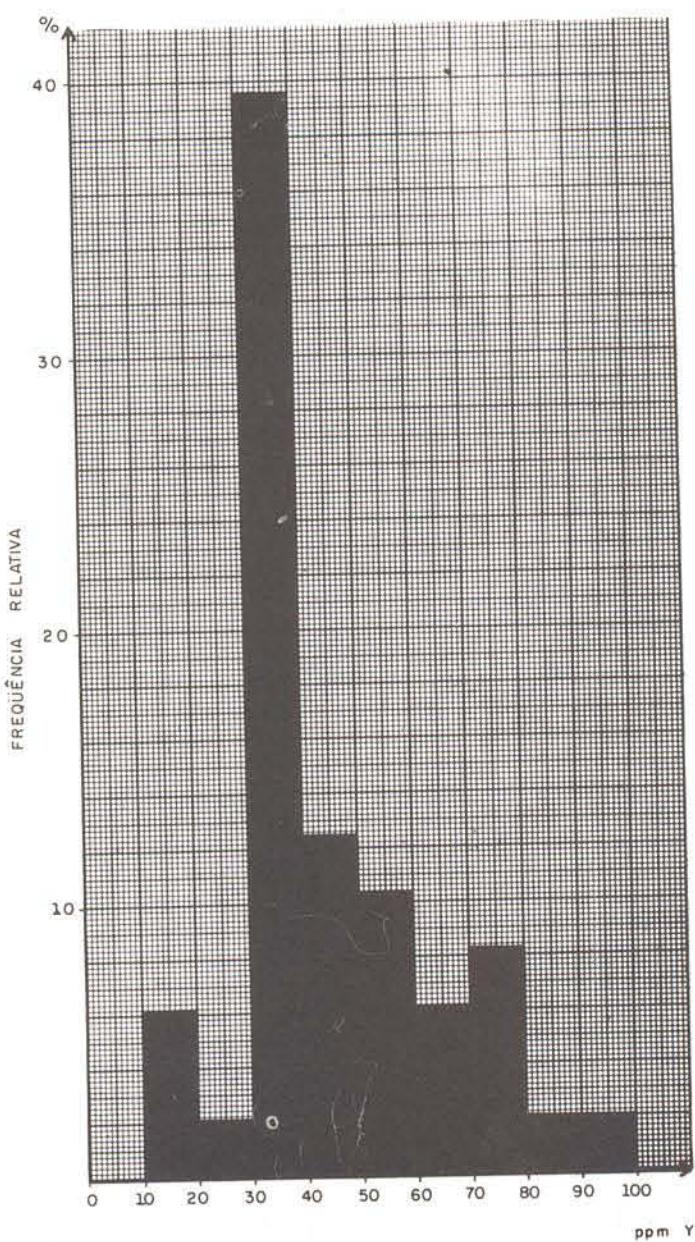
- ERICKSON, R.L. & BLADE, L.V. 1963. Geochemistry and petrology of the alkali igneous complex at Magnet Cove. *Arkansas Geological Survey Professional Paper*, 425.
- FLANAGAN, F.J. 1969. U.S. Geological Survey standards. II. First compilation of data for the new USGS rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, London, 33: 81-120.
- GERASIMOVSKII, V.I. 1956. Geochemistry and mineralogy of nepheline syenite intrusions. *Geochemistry*, Washington, 5: 494-510.
- GOMES, C.B.; DUTRA, C.V.; HYPOLITO, R.; VALARELLI, J.V. 1968. Granadas titaníferas das rochas alcalinas de Itapirupuã, S.P. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro.
- GUIMARÃES, D. & DUTRA, C.V. 1962. Distribuição de alguns constituintes menores nas rochas alcalinas do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 11 (1): 5-26.
- HERZ, N. & DUTRA, C.V. 1958. Preliminary spectrochemical and age determination results on some granitic rocks of the Quadrilátero Ferrífero, M.G., Brazil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 7.
- LYAKHOVICH, V.V. 1967. Distribution of rare earths among the accessory minerals of granites. *Geochemistry International*, Washington, 4.
- NOLL, W. 1934. *Geochemie des Strontius*, Mit Bemerkungen zur Geochemie des Bariuns.
- RANKAMA, K. & SAHAMA, TH.G. 1962. *Geochemistry*. 2.ed. Chicago, University of Chicago. 791p.
- RELATÓRIO DNPM. 1975. *Relatório da Geologia da Província alcalina do Rio Grande do Sul, Folhas Arroio Barrocão e Arroio da Bica*. Escala 1:50.000.
- RIBEIRO, M. 1971. Uma província alcalina do Rio Grande do Sul. *Iheringia, Geologia*, Porto Alegre, 4: 59-71.
- VINOGRADOV, A.P. 1956. Regularities in the distribution of the elements in the earth's crust. *Geochemistry*, 1 (6).
- VLASOV, K.A. 1966. *Geochemistry and mineralogy of rare elements and genetic types of their deposits*. Jerusalem, S. Monson.

MAPA GEOGRÁFICO DA PROVÍNCIA ALCALINA DO RIO GRANDE DO SUL

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
INSTITUTO DE MEDICINA

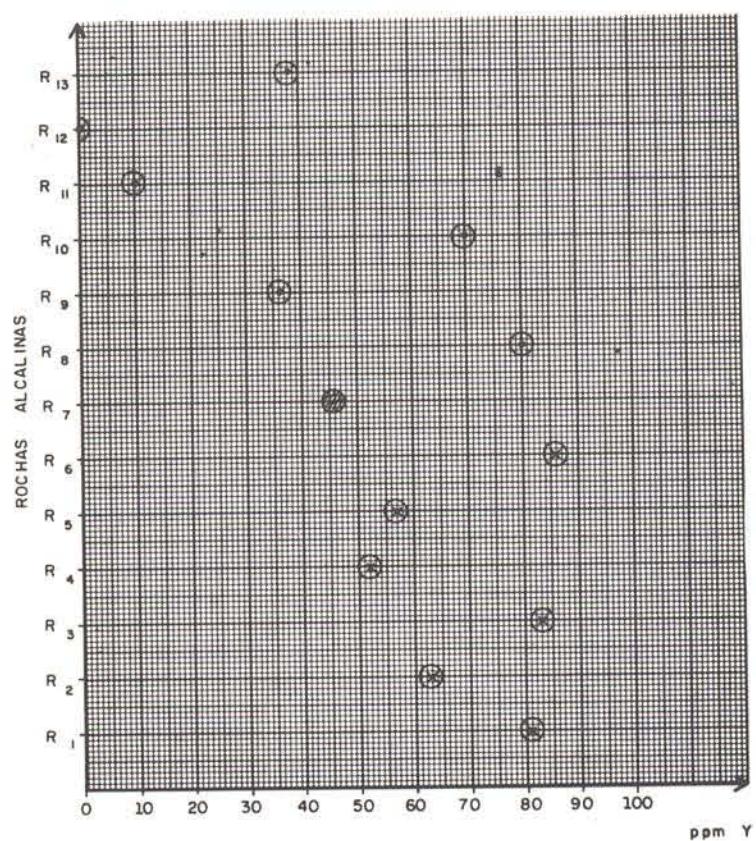


— FIGURA 2 —



HISTOGRAMA DOS TEORES DE ÍTRIO DA ÁREA ESTUDADA

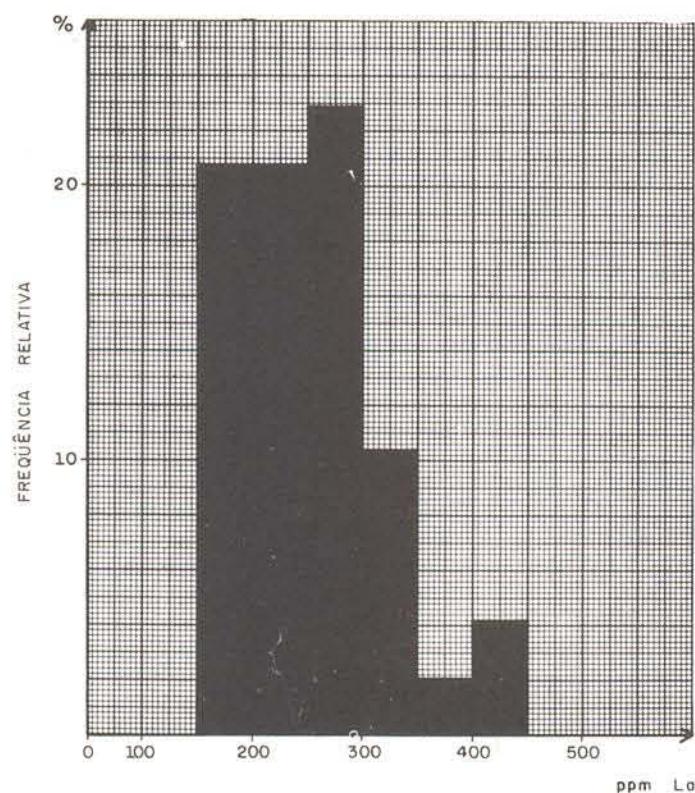
— FIGURA 3 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE ÍTRIO DE MAGNET COVE (U.S.A.),
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

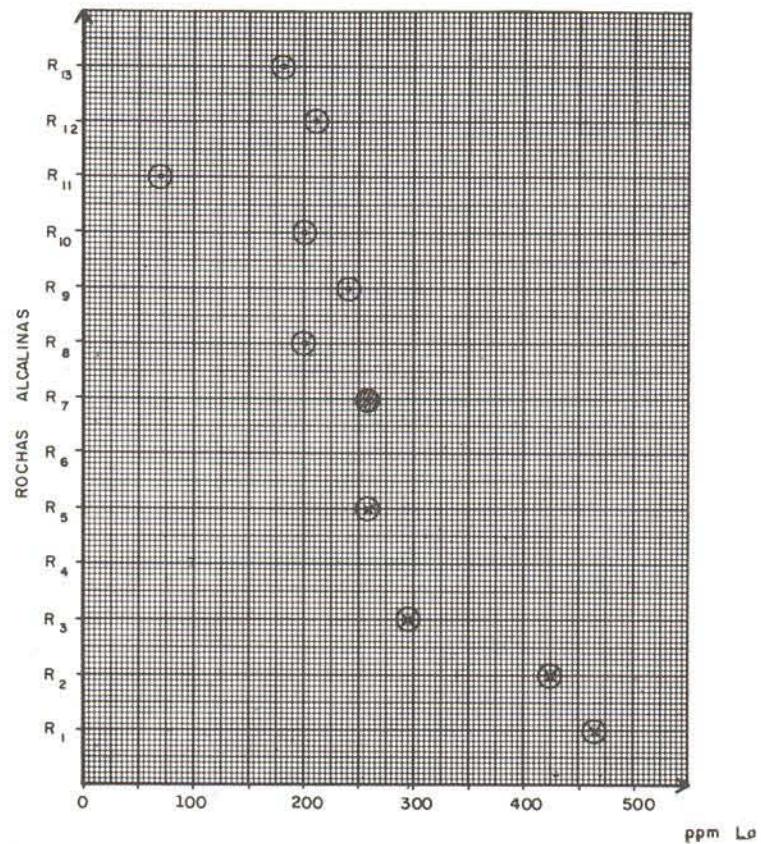
- (X) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (◎) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (◐) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 4 —



HISTOGRAMA DOS TEORES DE LANTÂNIO DA ÁREA ESTUDADA

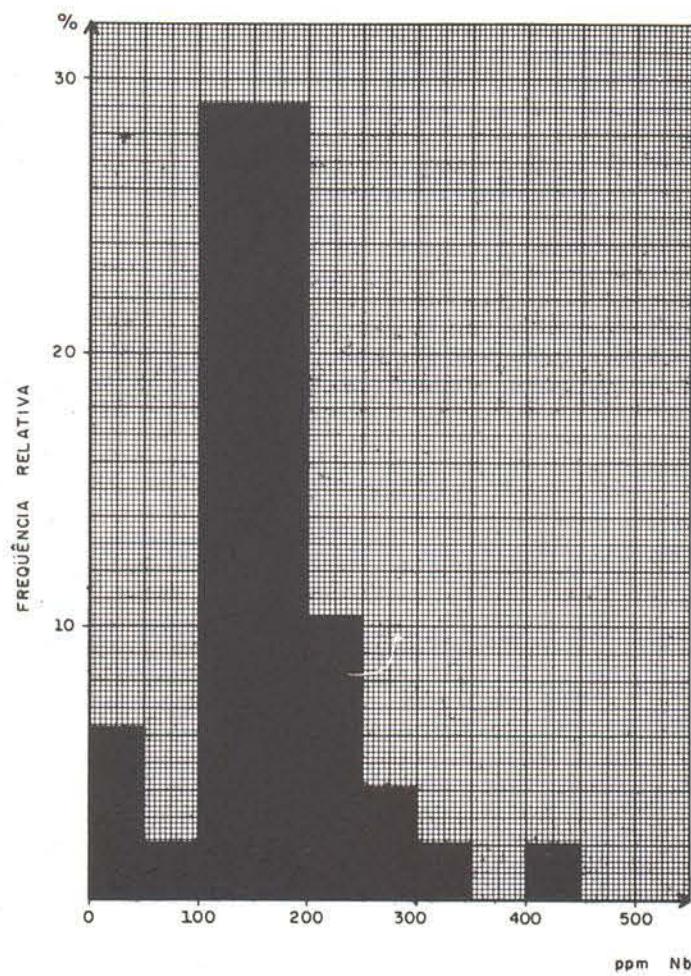
— FIGURA 5 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE LANTÂNIO DE MAGNET COVE (U.S.A.),
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

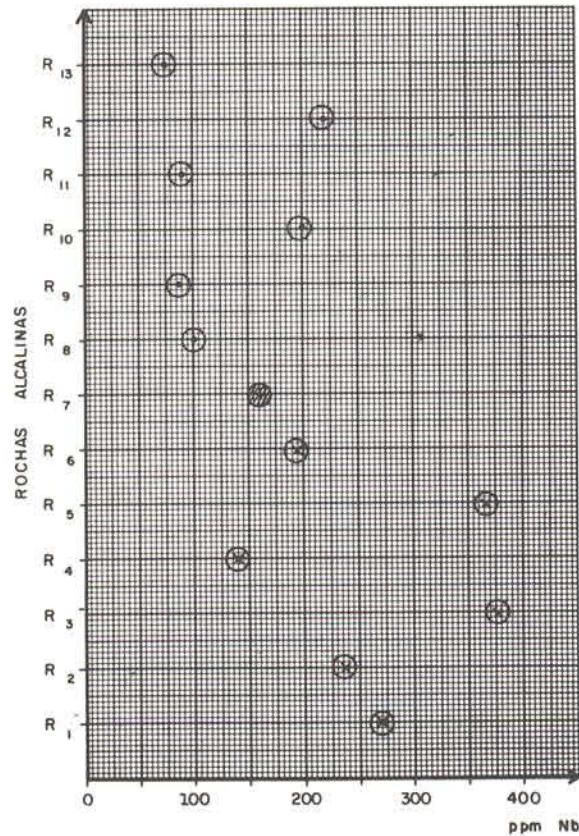
- (X) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (●) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (◎) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 6 —



HISTOGRAMA DOS TEORES DE NIÓBIO DA ÁREA ESTUDADA

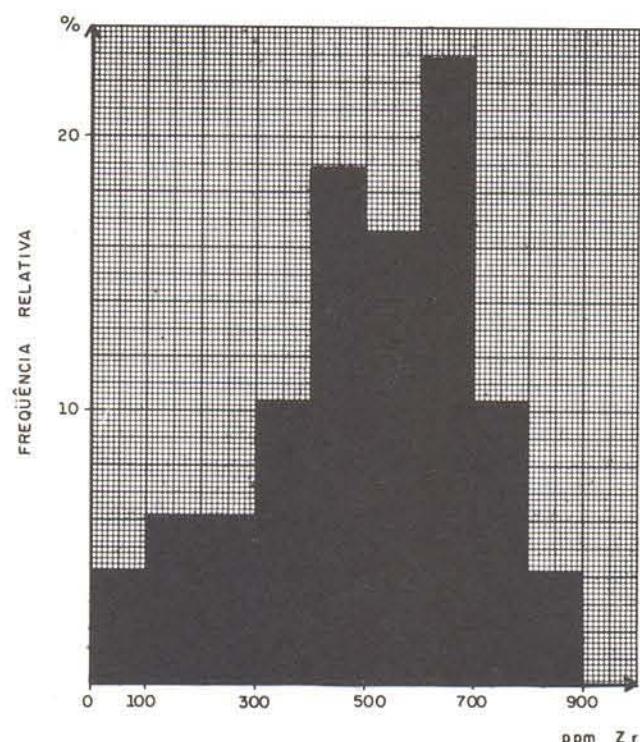
— FIGURA 7 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE NIÓBIO DE MAGNET COVE (U.S.A.),
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

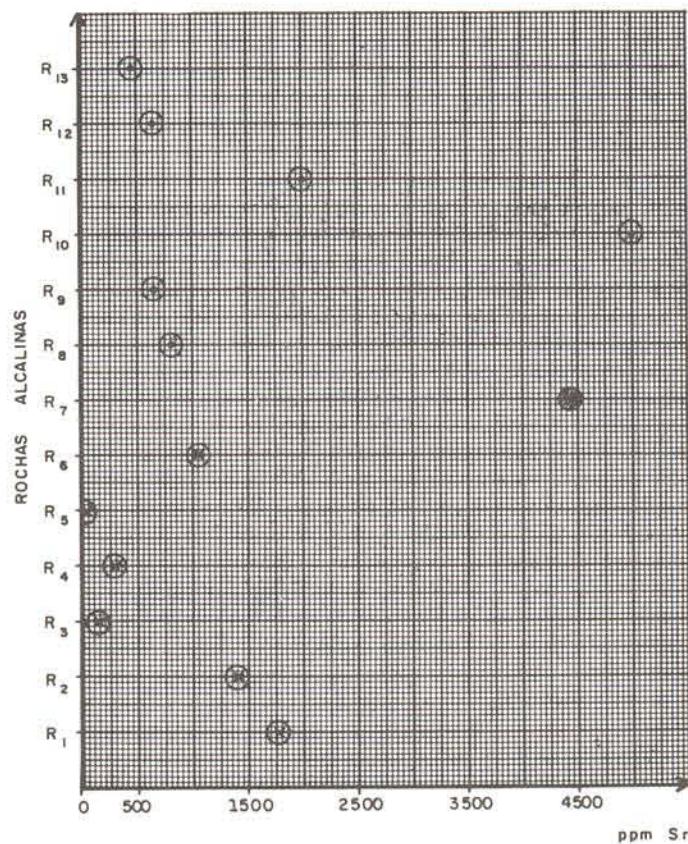
- (×) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (○) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (▨) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 8 —



HISTOGRAMA DOS TEORES DE ZIRCONIO DA ÁREA ESTUDADA

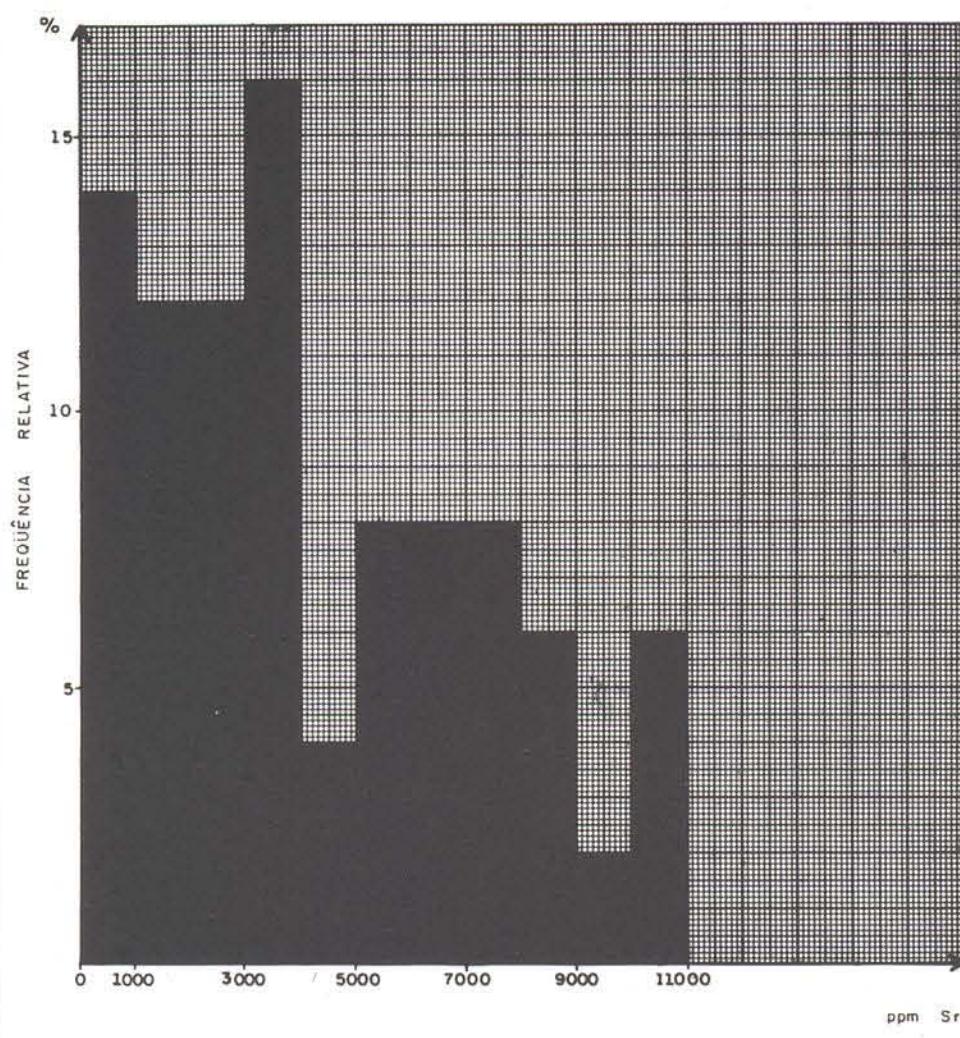
— FIGURA 11 —



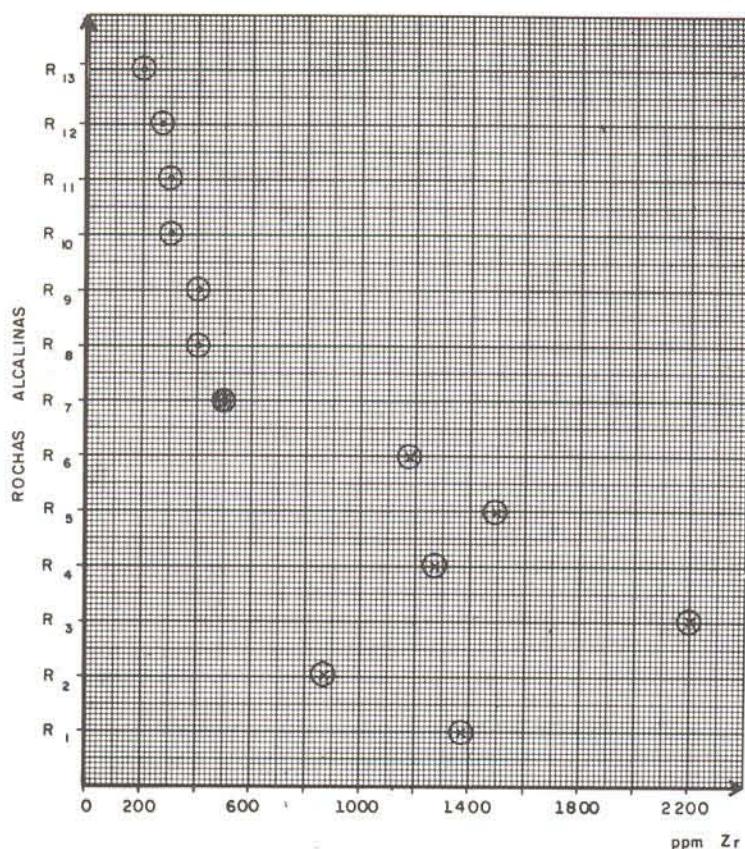
COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE ESTRÔNCIO DE MAGNET COVE (U.S.A.)
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

- (X) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (●) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (◐) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 10 —



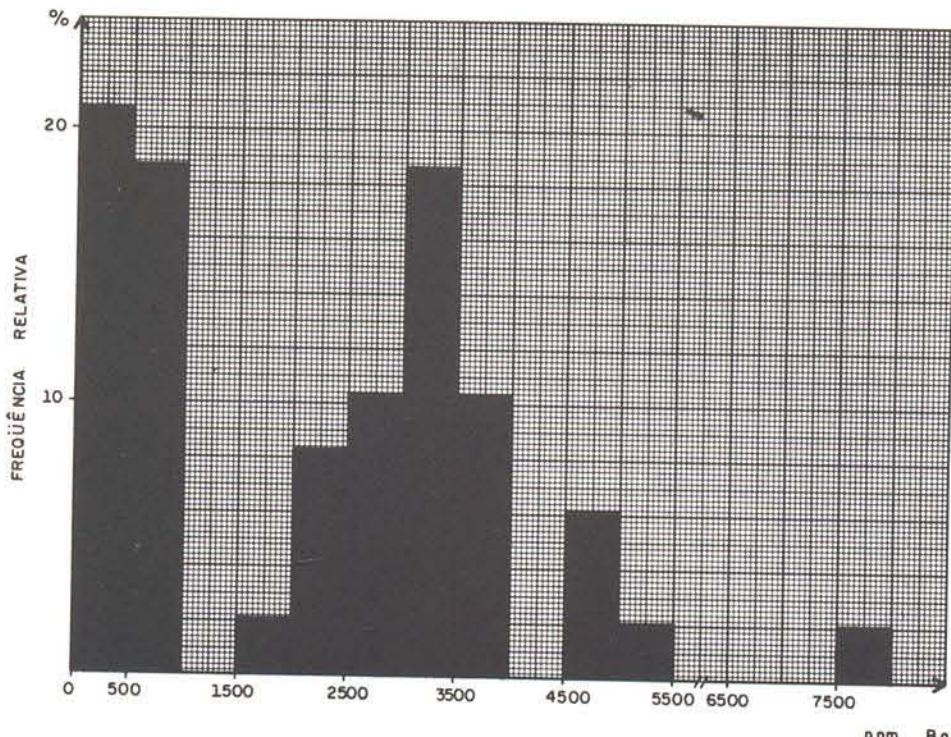
— FIGURA 9 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE ZIRCÔNIO DE MAGNET COVE (U.S.A.),
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

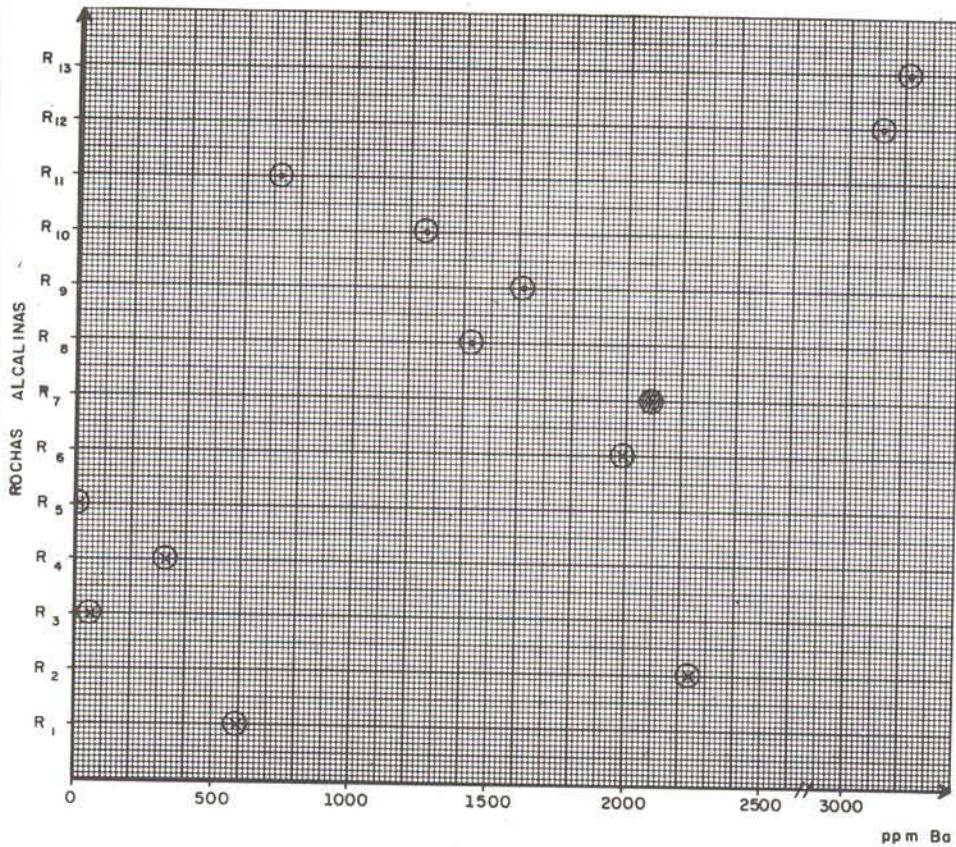
- (X) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (O) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (W) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 12 —



HISTOGRAMA DOS TEORES DE BÁRIO DA ÁREA ESTUDADA

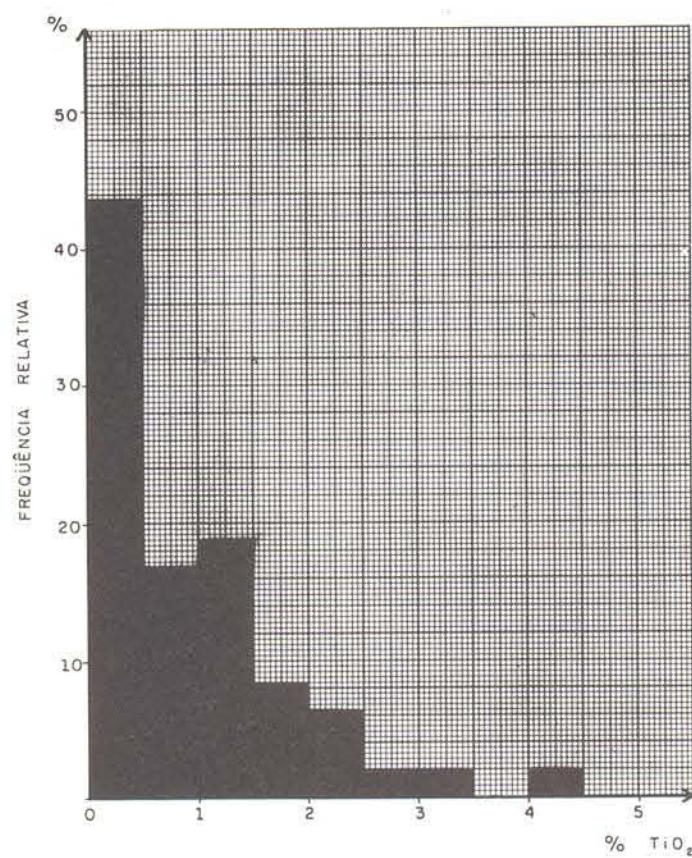
— FIGURA 13 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE BÁRIO DE MAGNET COVE (U.S.A.)
DO BRASIL E DA ÁREA ESTUDADA

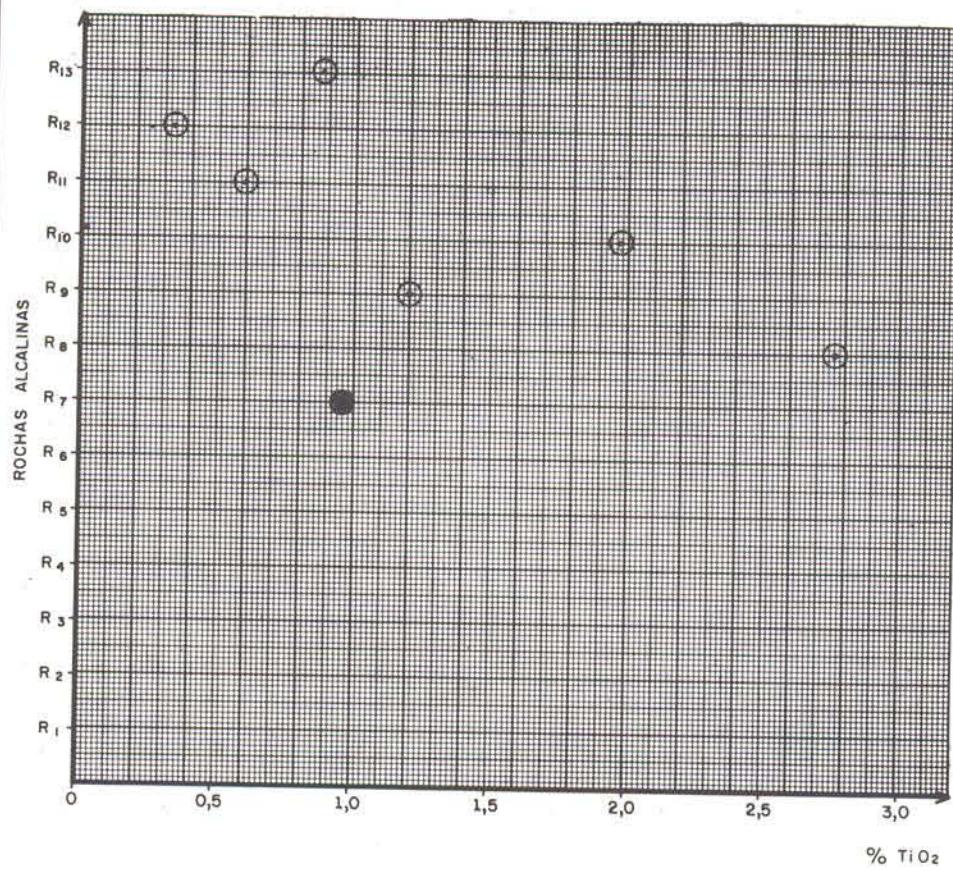
- (X) ROCHAS ALCALINAS DO BRASIL
- (●) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
- (▨) ÁREA ESTUDADA

— FIGURA 14 —



HISTOGRAMA DAS AMOSTRAS ANALISADAS EM RELAÇÃO À CONCENTRAÇÃO
DE TITÂNIO

— FIGURA 15 —



COMPARAÇÃO DOS TEORES MÉDIOS DE (TiO_2) DE MAGNET COVE (U.S.A.)
E DA ÁREA ESTUDADA

(○) ROCHAS ALCALINAS DE MAGNET COVE (U.S.A.)
(●) ÁREA ESTUDADA