

CARACTERÍSTICAS DE DISTRIBUIÇÃO E TEOR DE ELEMENTOS PRINCIPAIS EM ROCHAS BASÁLTICAS DA BACIA DO PARANÁ

por

Nabor Ricardo Rüegg
Departamento de Mineralogia e Petrologia

ABSTRACT

One hundred and thirty new chemical analyses related to the Paraná Basin basaltic rocks are registered. Based on the new data obtained from samples collected all over the province, statistical parameters related to major elements content in these rocks are reviewed. Statistical treatments applied in a sample formed by the greatest part of available chemical data related to these rocks, support differences already shown between the chemical characteristics of the rocks in the province, and the chemical characteristics of their equivalents in other regions of Gondwanaland.

Multivariate statistical analysis raises also evidences which show other type of differences

which distinguish the province from reference patterns based in data of world distribution. The large dispersion observed for all major element distributions and the high content in iron and alkalies combined with the low content of magnesium and calcium suggest that the basaltic rocks from Southern Brazil are generally differentiated.

Distribution patterns suggest also that the province apparently do not have homogeneous chemical characteristics, represented by distributions of the normal type, but is represented by multipopulational distributions whose significance has to be determined.

GENERALIDADES

Estudos anteriores de variação de conteúdo em elementos principais de rochas basálticas, intrusivas e extrusivas, da Bacia do Paraná, mostraram que essa extensa província magmática de natureza toleítica, quartzo-normativa e uma das maiores manifestações vulcânicas de caráter continental, possui acentuadas características de teor quando comparada com dados equivalentes de outras províncias (RUEGG, 1969, 1970). Os estudos acima mencionados, baseados em uma centena de análises químicas de vá-

rias origens, são ora revistos e aperfeiçoados à luz de maior número de dados.

Os dados referidos encontram-se reunidos na forma de Apêndice deste trabalho. Totalizam 236 análises químicas, amostragem esta formada por dois grupos de resultados. O primeiro, identificado no Apêndice pelas letras S e N, consiste de novas análises realizadas tendo em vista, particularmente, este estudo. O segundo, identificado pela letra T, constitui as

análises já utilizadas em estudo anterior (RUEGG, 1996 e 1970), ora reaproveitadas com o objetivo de reunir o maior número possível de dados químicos relativos às rochas da província.

As amostras analisadas, distribuíram-se, geograficamente, ao longo, de quase toda a área de ocorrência das rochas em estudo; os respectivos locais de coleta são referidos em conexão com os dados químicos no Apêndice e podem ser esquematicamente situados, por meio dos números de referência das amostras, na Figura 1.

As análises agrupadas, constituem documentário singular e reúne o essencial relativo aos conhecimentos químicos de caráter regional referentes às rochas basálticas da Bacia do Paraná. Embora possivelmente modesto em termos relativos e numéricos, este conjunto constitui considerável documentário químico quando comparado à quantidade de dados de mesma natureza disponíveis na literatura e utilizados, em bloco, no estudo de províncias equivalentes de outras partes do mundo. Mais importante que seu número, porém, talvez seja o fato de que, entre esses resultados, predominem um conjunto de dados químicos (conjuntos S e N) obtidos segundo igual andamento analítico, sempre pelos mesmos métodos, no mesmo laboratório e utilizando o mesmo instrumental (ver Apêndice)

Esse conjunto possui, por isso, considerável homogeneidade interna e não está sujeito às incertezas da deriva natural que se observa entre os resultados obtidos em diferentes laboratórios, por diferentes analistas, fatores que caracterizavam, por exemplo, a amostragem (conjunto T - Apêndice) reunida em RUEGG, 1969.

Disponíveis como são agora, para as rochas basálticas da Bacia do Paraná, conjunto de análises quantitativa e qualitativamente mais representativo que o utilizado anteriormente, cumpre rever os parâmetros estatísticos da nova amostragem formada, o que será feito a seguir.

DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA DOS ELEMENTOS PRINCIPAIS

A distribuição estatística de teores na amostragem ora reunida, é apresentada na Tabela 1 e ilustrada nas Figuras 2 e 3, por meio de histogramas de frequência. As principais características das distribuições de cada elemento podem ser rapidamente inferidas da simples observação desses histogramas. Assim sendo, nota-se que, com exceção dos dados relativos aos teores de Al_2O_3 e Na_2O , com distribuições praticamente unimodais, as demais distribuições exibem, bem pronunciadas, duas (MgO , K_2O e TiO_2) ou mais modas (SiO_2 , $Fetotal$ e CaO).

Os histogramas mostram também que são aparentemente simétricas as distribuições do Al_2O_3 e do Na_2O , enquanto que as demais exibem vários graus de assimetria. As mais acentuadas referem-se aos SiO_2 e K_2O e têm caráter positivo. As outras, exibem assimetrias fracas de caráter negativo.

As características das várias distribuições foram estudadas por meio de curvas de frequência acumulada em papel de probabilidade de escala aritmética e logarítmica. Os melhores ajustes foram obtidos em escala aritmética, e os resultados encontram-se ilustrados na Figura 4. Analisando-se essas curvas, verifica-se que as distribuições dos elementos principais nas amostras estatísticas ora reunidas, não são simples. Na maioria delas, é possível acomodar os pontos correspondentes à frequência de cada classe com segmentos de reta. Estes exibem porém, número variado de truncamentos. Entre as distribuições analisadas, as configurações mais simples são as do MgO , cuja distribuição se resolve com um único truncamento, discriminando dois segmentos de reta. Neste caso, por aproximação poderíamos incluir também a curva de frequência acumulada K_2O . As distribuições do Al_2O_3 e Na_2O diferem das anteriores, pois, suas respectivas curvas de frequência acumulada exibem dois truncamentos, que isolariam três segmentos de reta. Por aproximação, é deste tipo também a distribuição do TiO_2 . As demais

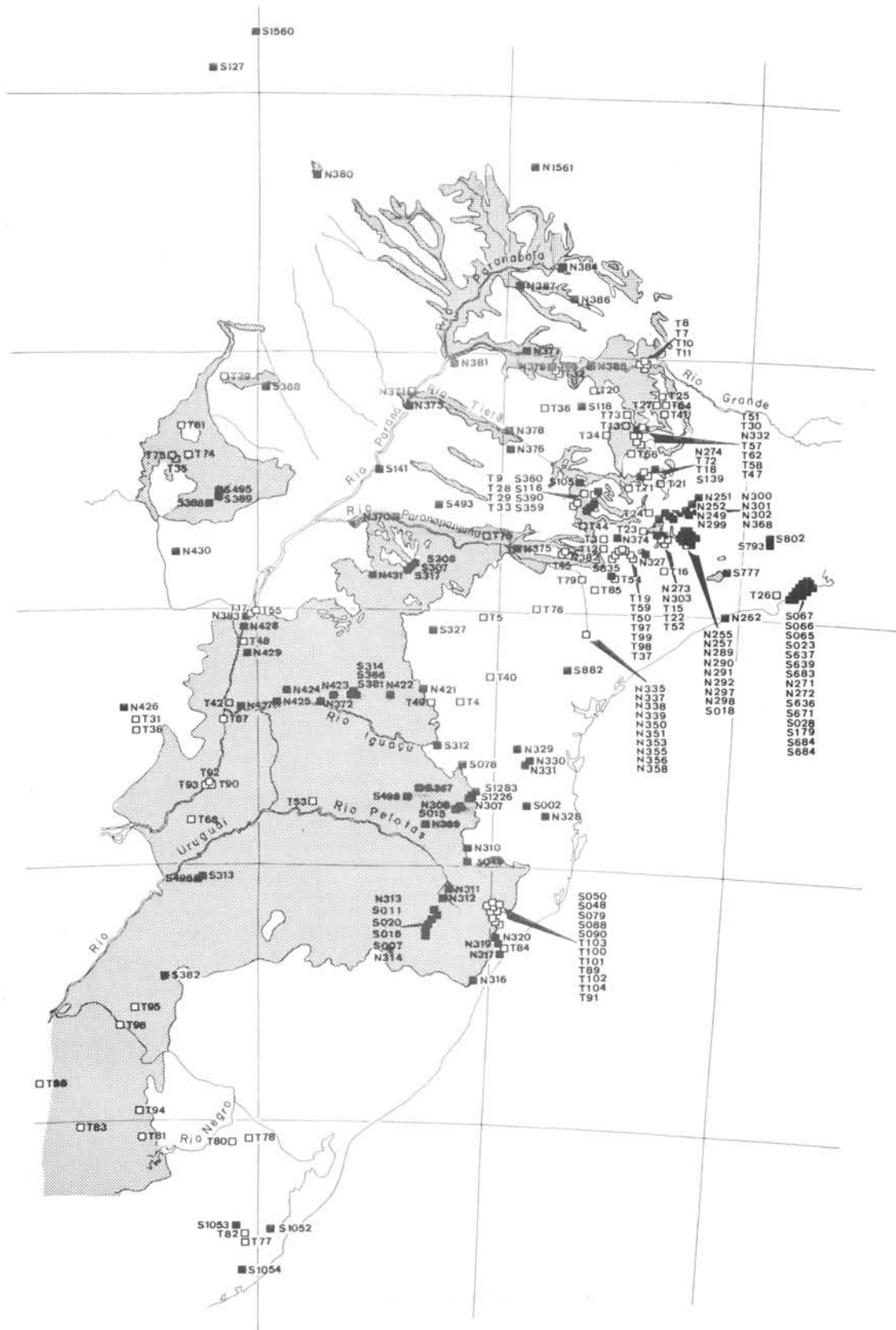


Figura 1 - Mapa esquemático das áreas de ocorrência das rochas basálticas da Bacia do Paraná. No mapa estão assinalados os locais de coleta das amostras utilizadas neste estudo. Quadrados preenchidos, amostras analisadas para elementos principais e traços com exceção das amostras N421 a N431 nas quais foram dosados apenas elementos traços. Por menores quanto a procedência das amostras juntados no Apêndice. Resultados referentes aos elementos traços são divulgados em outro contexto.

TABELA 1 — Distribuição de freqüência dos óxidos principais (porcentagem em peso) em 236 análises químicas de rochas basálticas da Bacia do Paraná. Análises reunidas no Apêndice. Histogramas ilustrados nas Figuras 2 e 3

Óxidos	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ ou FeO + Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Tamanho da classe	1,0	1,0	0,5	1,0	0,02	1,0	1,0	0,5	0,5
% em peso inicial	44,5	8,5	0,25	0,5	0,07	0,5	0,5	0,25	0,25
Nº da classe									
1	6*	7	3	1	4	18	2	3	18
2	10	8	28	1	7	14	1	1	73
3	14	9	27	1	9	25	14	4	65
4	34	32	19	0	11	57	7	30	36
5	43	77	38	3	23	58	4	93	13
6	28	61	50	11	29	44	12	75	8
7	25	20	41	4	39	16	38	17	10
8	13	12	20	5	32	2	49	9	6
9	9	6	2	2	24	1	42	2	3
10	6	3	1	6	11	0	45	1	—
11	9	0	1	9	5	0	18	—	—
12	6	1	—	14	6	1	2*	—	—
13	4	—	—	37	2	—	—	—	—
14	1	—	—	46	—	—	—	—	—
15	1	—	—	46	—	—	—	—	—
16	4	—	—	40	—	—	—	—	—
17	2	—	—	10	—	—	—	—	—
18	1	—	—	4	—	—	—	—	—
19	2	—	—	1	—	—	—	—	—
20	2	—	—	1	—	—	—	—	—
21	7	—	—	1	—	—	—	—	—
22	5	—	—	1	—	—	—	—	—
23	2	—	—	—	—	—	—	—	—
24	4	—	—	—	—	—	—	—	—
25	1	—	—	—	—	—	—	—	—
% em peso final	69,5	20,5	5,75	22,5	0,33	12,5	12,5	5,25	4,75

*A classe inclui observações de valores mais altos ou mais baixos.

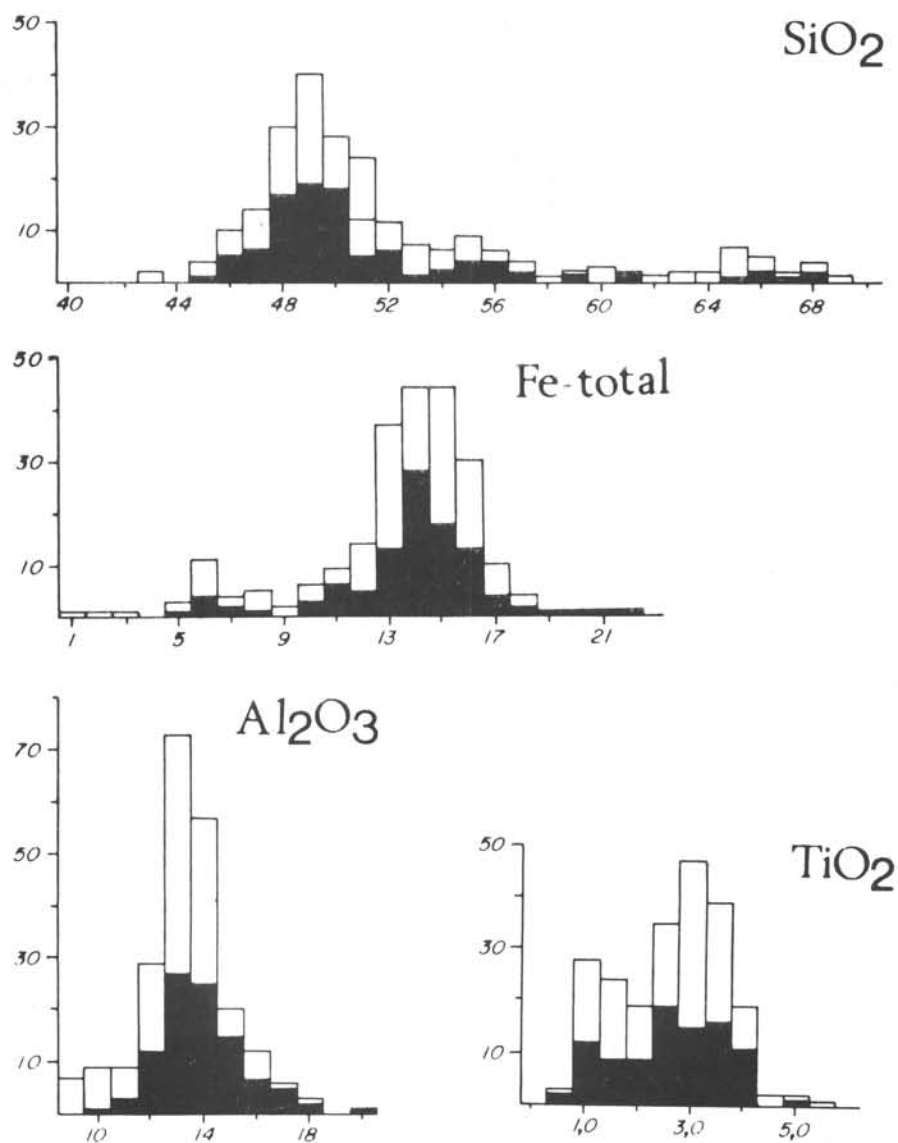


Figura 2 - Distribuição de frequência de SiO₂, Al₂O₃, TiO₂ e Fe - total na amostra geral de dados químicos referentes às rochas basálticas da Bacia do Paraná. Nos histogramas estão assinalados, em branco, a parte correspondente às novas análises, e em preto, as frequências relativas a dados anteriores. Nas abcissas, porcentagem em peso. Nas ordenadas, frequência absoluta.

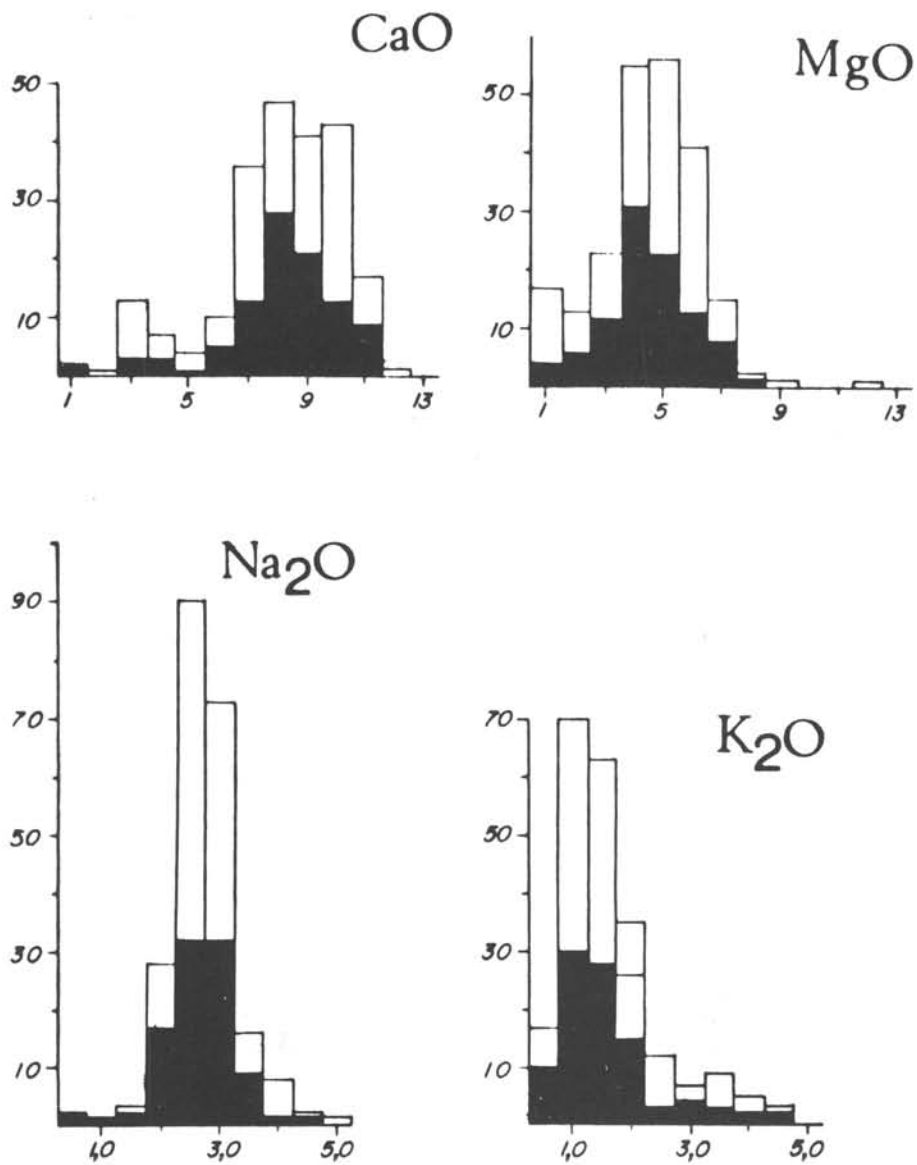


Figura 3 - Distribuição de frequência de MgO, CaO, Na₂O e K₂O na amostra geral de dados químicos referentes às rochas basálticas da Bacia do Paraná. Nos histogramas estão assinaladas, em branco, a parte correspondente às novas análises e, em preto, as frequências relativas a dados anteriores. Nas abscissas, porcentagem em peso. Nas ordenadas, frequência absoluta.

distribuições envolvem maior número de ajustes. A curva de frequência acumulada de SiO_2 se ajustaria apenas por intermédio de quatro segmentos, enquanto que a do Fe-total e do CaO exibem ainda outros tipos de feições com irregularidades e truncamentos mais complexos, conforme pode ser observado nas suas respectivas distribuições da Figura 4.

Conforme já mencionado, os melhores ajustes para as curvas de frequência acumulada correspondentes a cada elemento principal foram obtidos em papel de probabilidade de escala aritmética. Em todas as curvas, entretanto, os ajustes não se resolvem com apenas um segmento de reta, o que indicaria distribuição gaussiana ou normal, mas apresentam número variado de truncamentos que discriminam vários segmentos de reta. Tal circunstância indica a presença na amostra geral de várias populações de dados que constituem partes de distribuições normais. Este fato pode ser melhor entendido se revertemos para curvas de distribuição de frequência, as curvas de frequência acumulada ajustadas em papel de probabilidade. Este artifício, a título de exemplo, é utilizado na Figura 5, na qual acha-se ilustrada a distribuição do MgO - a mais simples - e a do SiO_2 uma das mais complexas estudadas. Do exame das Figuras 4 e 5 verifica-se que, em todas as distribuições uma das populações é a mais freqüente e envolve aproximadamente, 70% dos dados da amostra estatística. Essa população está identificada nas ilustrações pela letra Y; as demais populações perfazem os 30% restantes dos dados e são referidos quando presentes por X ou Z de acordo com a sua posição nas curvas de frequência acumulada.

Do que foi visto, conclui-se que as amostras de dados químicos dos elementos principais dosados em rochas basálticas da Bacia do Paraná, possuem distribuições com vários graus de assi-

metria resultantes da presença de vários truncamentos. Estes discriminam em cada distribuição várias populações que constituem partes de distribuições do tipo normal. Em cada distribuição prevalece uma dessas populações (Y), que envolve cerca de 70% dos dados. Embora a maior parte das distribuições sejam assimétricas, devido a presença dos truncamentos que isolam diferentes populações de dados, essas populações aparentemente se compensam entre si. Disto decorre que medidas de tendência central - média aritmética e mediana - possuem valores coincidentes ou muito próximos como se observa na Tabela 2 onde esses valores estão reunidos juntamente com outros parâmetros estatísticos relativos às distribuições dos elementos estudados.

COMPARAÇÕES COM ESTATÍSTICA ANTERIOR REFERENTE ÀS MESMAS ROCHAS

O estudo do teor dos vários elementos principais nas rochas basálticas da Bacia do Paraná, baseado no conjunto de análises químicas aqui denominado de T (Apêndice), foi realizado por RUEGG, 1969, e divulgado em RUEGG, 1970. Nesse estudo foram levantadas as características de distribuição estatística de teor dos elementos principais nas rochas da província. Recordar-se que o conjunto T de análises é constituído por dados de origem diversa, coletados da literatura em vários trabalhos relacionados às rochas em estudo (PAULO OLIVEIRA, 1889; WALTHER, 1927; GUIMARÃES, 1933; ALMEIDA, 1946; CURVELLO, 1946; LEINZ, 1949; MELFI e GIRARDI, 1962; SCHNEIDER, 1964; RUEGG e VANDOROS, 1965; RUEGG e DUTRA, 1965; MELFI, 1967b) e em parte, de dados então inéditos. Com esse repertório de análises foram definidas na ocasião, as principais características de distribuição e teor em elementos principais das rochas basálticas da Bacia do Paraná. Verificou-se que, nas análises do conjunto T, a distribuição de teores dos elementos principais, quando estudados por meio de curva de frequência em papel de probabilidade comporta-

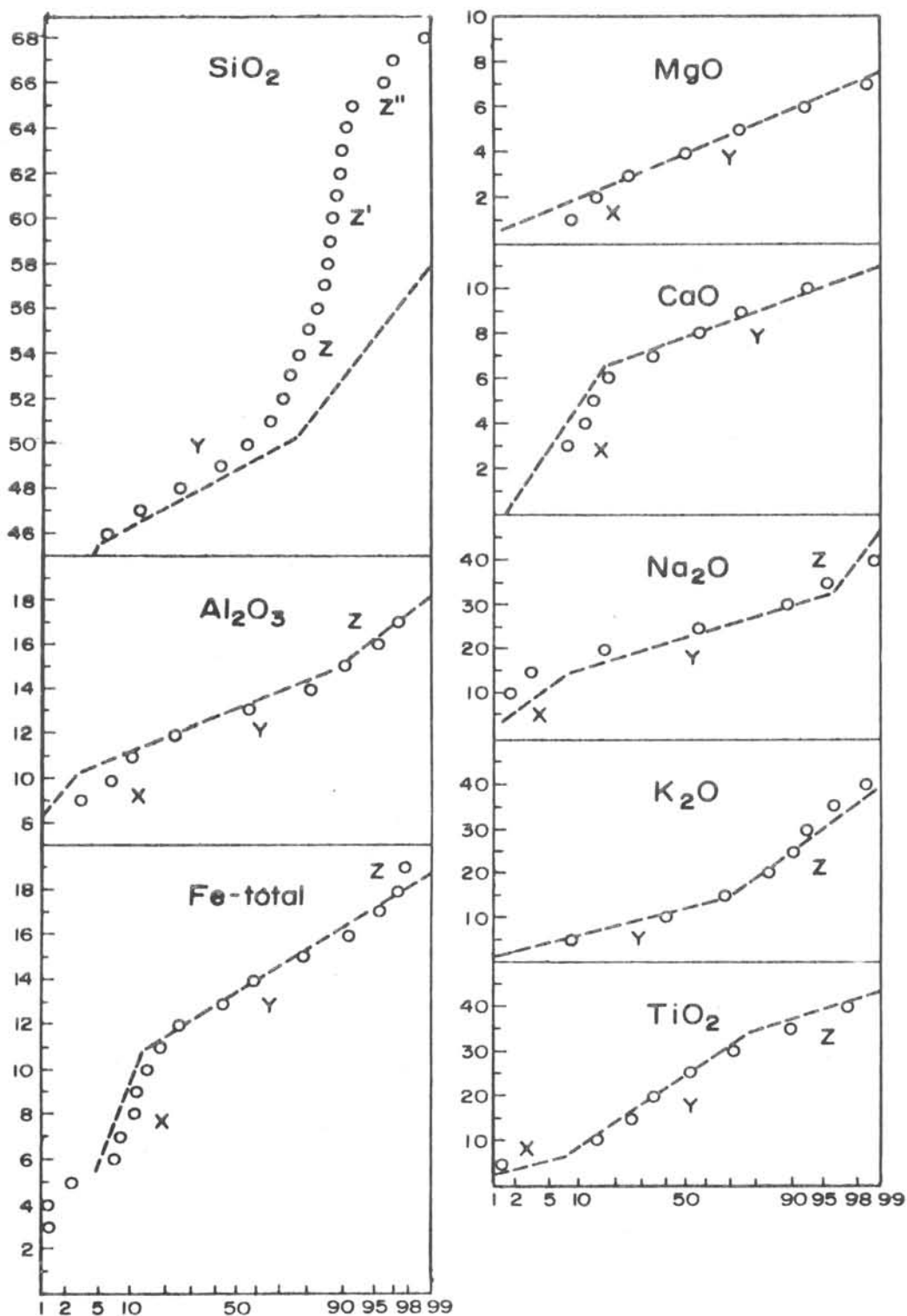


Figura 4 - Distribuição de frequência acumulada, em papel de probabilidade de escala aritmética, dos elementos principais na amostra geral de dados químicos relacionados às rochas basálticas da Bacia do Paraná. Na figura encontram-se também delineadas para comparações (linhas tracejadas), as respectivas curvas de frequência acumulada correspondente a dados analíticos anteriores (conjunto T), conforme levantadas por RUEGG, 1969. Y - população mais frequente; X e Z populações subsidiárias. Na ordenada classes de teor em porcentagem em peso.

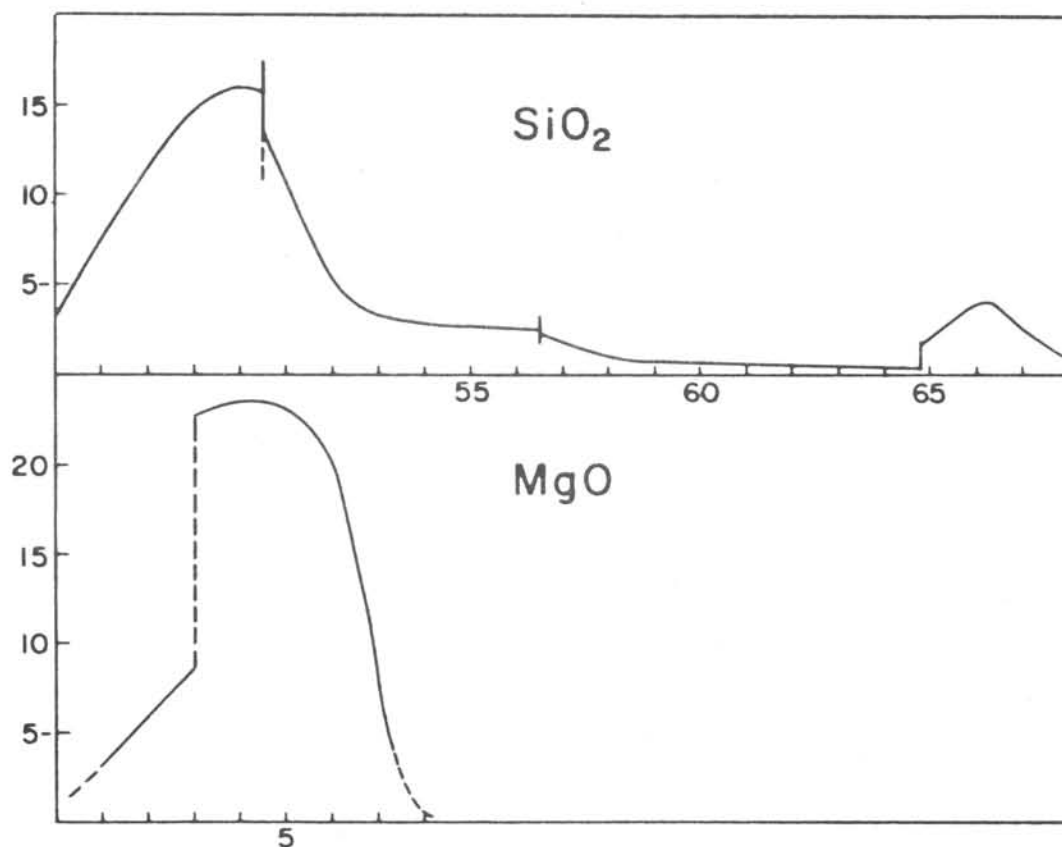


Figura 5 - Curvas de distribuição de frequência do SiO₂ e MgO na amostra geral de dados químicos referentes às rochas basálticas da bacia do Paraná, construídas a partir das respectivas curvas de frequência acumulada.

TABELA 2 - Composições médias (porcentagem em peso) dos teores em elementos principais nas rochas basálticas da Bacia do Paraná ou a elas sincronicamente associadas no Brasil meridional e regiões adjacentes e outros parâmetros estatísticos. Na tabela estão discriminadas para comparações, as médias aritméticas do conjunto T de análises, das médias referentes ao conjunto S + N. Discussão no texto.

Elementos	Médias aritmética		Geral	Mediana	Dispersão	Desvio padrão da média
	Conjunto T	Conjunto S+N				
SiO ₂	50,7	51,7	51,3	49,6	43,1 - 69,1	~ 3,5
Al ₂ O ₃	13,8	13,4	13,4	13,4	8,6 - 19,8	~ 1,0
TiO ₂	2,5	2,6	2,6	2,4	0,25 - 5,30	~ 1,0
Fe - total	13,8	13,1	13,4	13,4	5,1 - 22,1	~ 2,2
MnO	0,15*	0,19	0,17*	0,19	0 - 0,49	~ 0,04
MgO	4,5	5,4	5,0	4,1	0,9 - 13,2	~ 1,4
CaO	7,9	8,0	8,0	7,8	0,9 - 12,4	~ 1,7
Na ₂ O	2,6	2,8	2,7	2,4	0,2 - 4,9	~ 0,4
K ₂ O	1,6	1,8	1,7	1,1	0,4 - 4,5	~ 0,7

* Média rebaixada pela existência de análises no Conjunto T nas quais o MnO não foi determinado. Distribuição do MnO - normal. Valor da média aritmética mais provável, igual ao da mediana.

vam, na sua maioria, mais de uma população. Era o caso das distribuições do SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O e TiO_2 em cujas curvas de frequência acumulada se distinguíam três populações, e também do Fe_2O_3 e $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$, CaO e K_2O que exibiam pelo menos duas. As distribuições do FeO e do MgO constituíam exceções e podiam ser interpretadas, como o foram, por apenas uma população. Nas várias curvas de frequência acumulada, entretanto, qualquer que fosse o elemento analisado, uma população, em geral situada na parte central da distribuição, envolvia mais de 75% das análises reunidas. Essa população, referida como Y, foi considerada a mais representativa das rochas reunidas na amostragem e, a partir delas, estabelecidos os parâmetros numéricos de tendência central (médias, medianas, desvios padrões, etc.). As outras populações, quando apareciam, foram negligenciadas na ocasião, e admitidas como defeitos de cauda da distribuição dos respectivos elementos. Não lhes foram, por isso, consignados qualquer significado geoquímico.

Com base exclusivamente nos dados proporcionados pela população Y, concluiu-se que as rochas basálticas da Bacia do Paraná, possuíam acentuadas características de conteúdo e distribuição de seus elementos principais, quando comparadas com dados equivalentes de outras províncias basálticas de natureza continental (RUEGG, 1969 e 1970).

Em que extensão diferem os dados novos agora reunidos (conjuntos S e N) dos anteriores (conjunto T) e de que forma se modificam as conclusões elaboradas em RUEGG, 1969 e 1970, com relação a distribuição e conteúdo dos elementos principais das rochas basálticas da Bacia do Paraná? Nos histogramas das Figuras 2 e 3, nas curvas de frequência acumulada da Figura 4, e na Tabela 2, encontram-se discriminados os dados referentes ao conjunto T. Pela simples inspeção dos histogramas gerais, nota-se que, ambas as amostras se equivalem. Alguns pormenores de semelhanças e diferenças, merecem, entretanto, ser salientados. A amplitude das dispersões na distribuição de cada elemento, por exemplo, quer

no conjunto T quer no novo conjunto S + N, é essencialmente a mesma; na maioria das distribuições os novos dados não aumentaram significativamente as respectivas amplitudes. São também, essencialmente as mesmas as classes mais frequentes, sendo que, nas várias distribuições, as classes modais do SiO_2 , do Al_2O_3 , do Na_2O e do K_2O são coincidentes. As modas dos elementos restantes encontram-se deslocadas apenas de uma classe, com exceção do Fe-total deslocado duas classes nos novos dados. Deve também ser acrescentado como diferença, a presença no conjunto S + N de classes subsidiárias não desenvolvidas no conjunto T. É o caso, por exemplo, das distribuições do SiO_2 , MgO e CaO , onde se encontram modas subsidiárias desenvolvidas.

Na prática, as principais diferenças apontadas entre os conjuntos T e S + N desaparecem ao compararmos as distribuições do conjunto T com a amostra composta geral. Isto pode ser verificado pela observação dos histogramas das Figuras 2 e 3 sendo que constituem as únicas exceções as classes modais correspondentes às distribuições do MgO e TiO_2 . Não só a amostra geral T + S + N recompõem muito aproximadamente os padrões dos histogramas do conjunto T mas também são mantidas as principais características de ambas as distribuições. Isto pode ser verificado por meio das curvas de frequência acumulada reunidas na Figura 4. Nessa figura encontram-se ilustradas as curvas de frequência acumulada dos vários elementos principais da amostra geral, e as respectivas curvas de frequência acumulada correspondentes aos dados do conjunto T. Do exame da Figura 4 evidenciam-se as semelhanças que existem entre as duas amostras. Estas semelhanças são acentuadas particularmente no que se refere à população Y, a mais frequente em ambas as amostras. Quer no conjunto T, quer na amostra geral, a população Y possui essencialmente a mesma dispersão, conforme pode ser verificada pela inclinação do segmento de reta que as definem. As amplitudes dessa população, a julgar pelos truncamentos que a delimitam, presentes em ambas as amos-

tras em posição muito próximas, também na prática se equivalem.

Uma vez que não ocorrem diferenças substanciais entre as características de distribuição estatística da amostragem geral, N + S + T, com a amostragem anteriormente estudada, conjunto T, permanecem como se verifica (Tabela 3), nos mesmos níveis, os valores representativos das médias gerais de teor dos elementos principais para a província basáltica da Bacia do Paraná. Assim sendo continuam válidas as comparações realizadas por RUEGG, 1969 e 1970, entre as características químicas das rochas da província e dos vários tipos de rochas basálticas definidos em levantamentos amplos de alcance mundial. Permanecem igualmente válidas as comparações realizadas no mesmo estudo do quimismo característico das rochas basálticas do Brasil Meridional e das demais províncias basálticas gonduânicas, a do Karroo, a do Deccan, a da Antártica e da Tasmânia.

Além disso, pode-se sublinhar ainda que a grande coincidência que se verifica entre os truncamentos delimitando populações normais observadas na população T, e os da amostra geral, N + S + T, constituem evidências de que não se trata de simples defeitos de amostragem. Devem traduzir indícios que na amostragem ocorrem dados heterogêneos, que formam diferentes populações estatísticas. Estas naturalmente significam que na província ocorrem diferentes agrupamentos de rochas. A natureza dessas diferenças devem ser procuradas em níveis de origem, de idade, ou em diferenças de caráter regional.

COMPARAÇÕES ADICIONAIS

As comparações realizadas entre o quimismo das rochas basálticas da Bacia do Paraná e dados de referência, revistos na seção anterior, foram conduzidos entre as distribuições de cada elemento, isoladamente, nas rochas da província e as respectivas distribuições do mesmo elemento, em amostras de referência. Artifício mais poderoso para comparações entre características químicas de determinada província com dados

de referência, consiste, entretanto, na confrontação simultânea e em bloco, de todas as variáveis existentes nas análises químicas com dados equivalentes de referência. Isto se torna possível, lançando mão da técnica da análise fatorial empregada por MANSON, 1967, no estudo das características geoquímicas de rochas basálticas de ocorrência mundial.

Em MANSON, 1967, por meio da análise fatorial, foram representados em termos de variáveis derivadas (fatores) em número menor que as originais (teores dos elementos), as características do total das observações reunidas (análises químicas). Mantiveram-se, porém, por meio dos recursos propiciados pela análise fatorial, todas as características de variabilidade química eventualmente existente no conjunto reunido de observações. Criou-se desta forma arcabouço de referência muito útil quando se trata de, por comparação, traçar em bloco as características químicas de determinada província basáltica.

No trabalho de MANSON, 1967, esse arcabouço está baseado em 1996 análises de elementos principais consideradas representativas de todos os tipos de rochas basálticas, excluindo-se tipos diferenciados. Constitui, dessa forma, elenco analítico que corresponde essencialmente a caracteres geoquímicos de origem, supostamente não afetados por variedades que representam estágios mais avançados de evolução magmática. Utilizando a técnica da análise fatorial revista em pormenor no mesmo estudo, reduz-se esse conjunto de observações multivariáveis a quatro fatores, de acordo com a matriz fatorial reproduzida na Tabela 3. Esses quatro fatores são suficientes para explicar 99% da variabilidade existente na amostra estatística e, como se observa na matriz fatorial, cada um deles é dominado principalmente e subsidiariamente pelas seguintes variáveis: (1) Al_2O_3 (SiO_2), (2) MgO (CaO), (3) Fe_2O_3 (SiO_2) e (4) SiO_2 (Fe_2O_3 , CaO). A representação gráfica dos resultados obtidos para as rochas basálticas de distribuição mundial, está reproduzido na Figura 6 por meio de diagramas ternários nos quais foram projetados os respectivos fatores de três dos quatro fatores de-

TABELA 3

Matriz de estimação de fatores para rochas basálticas de distribuição mundial, segundo MANSON, 1967, aplicada também ao conjunto de análises das rochas basálticas da Bacia do Paraná. Os valores correspondentes aos vários óxidos representam o significado proporcional de cada um deles na determinação da composição dos respectivos fatores.

	F A T O R			
	1	2	3	4
SiO ₂	0,471	0,379	0,459	-0,627
TiO ₂	-0,086	0,059	0,185	0,115
Al ₂ O ₃	0,771	-0,035	-0,077	0,373
Fe ₂ O ₃	-0,235	0,275	0,793	0,550
MnO	-0,001	0,002	0,008	0,004
MgO	-0,246	0,735	-0,373	-0,142
CaO	0,118	0,518	-0,016	0,521
Na ₂ O	0,076	-0,018	0,035	0,014
K ₂ O	0,017	-0,007	0,003	-0,031

terminados. A Figura 6 é auto explicativa e não demanda comentários especiais. Mais pormenores com relação à amostragem reunida, à técnica da análise fatorial e resultados obtidos, encontram-se em MANSON, 1967.

A técnica estatística de análise fatorial foi aplicada na forma proposta pelo autor acima referido, ao estudo do conjunto de análises químicas das rochas basálticas da Bacia do Paraná, reunidas no Apêndice e os resultados preliminares divulgados por MACEDO e RUEGG, 1974, em cujo estudo encontram-se revistos os princípios e técnicas da análise fatorial. Isto foi feito aplicando-se aos dados químicos referentes às rochas basálticas da Bacia do Paraná, a matriz de estimação de fatores determinada por MANSON, 1967 (Tabela 3). Os cálculos necessários foram conduzidos por meio de pequeno programa (COEFAT) para computador IBM 360/44. Os resultados obtidos encontram-se ilustrados na Figura 7 que consiste em diagrama ternário dos três primeiros coeficientes fatoriais. São assim diretamente comparáveis aos dados de referência.

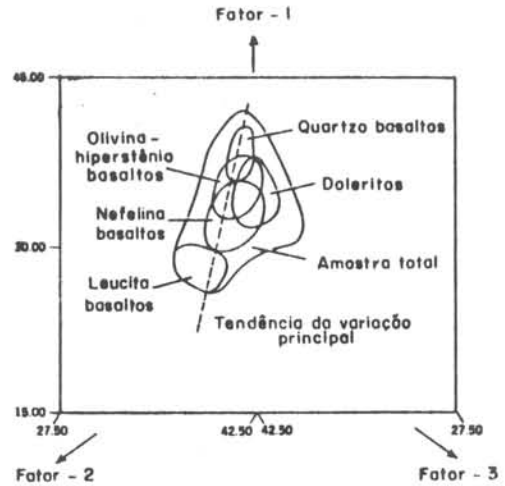
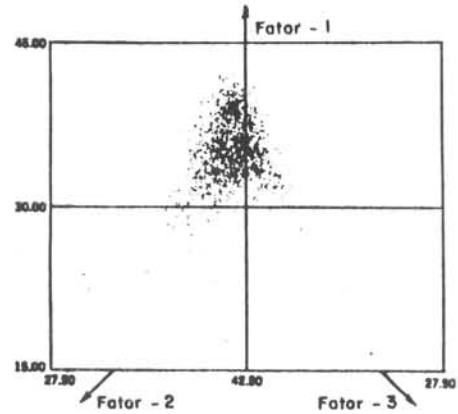


Figura 6 - Em cima: Projeção em diagrama ternário das principais variações químicas de rochas basálticas. A área focalizada corresponde a detalhe de triângulo maior, ao qual pode ser referido pelos parâmetros opostos na figura, correspondente a face de uma tetraedro em cujos vértices se localizam os valores máximos de cada um dos fatores. Os pontos projetados correspondem à composição de 1996 análises de rochas basálticas expressas em termos das proporções dos três primeiros fatores, dos quatro a que foram reduzidas as variáveis analíticas.

Em baixo: Projeção em diagrama ternário das principais variações químicas de rochas basálticas. Corresponde à mesma área detalhada na figura superior, porém, são indicadas as áreas de distribuição máxima para os diversos tipos de rochas basálticas conforme indicado. A linha tracejada representa a tendência principal de variação química entre rochas basálticas.

Diagramas segundo MANSON, 1967. - Figura 1.

Dessa comparação, salientada na Figura 7, verifica-se que as análises correspondentes às rochas da Bacia do Paraná, ocupam, em conjunto, posição distinta no arcabouço de referência elaborado para os principais tipos de rochas basálticas. A posição ocupada por elas, em relação aos

tipos de referência, caracteriza-se por deslocamento para posições de maior importância para o fator 3, dominado como se verifica na Tabela 3, pelo ferro é, subsidiariamente, pela sílica.

Confirma-se, dessa forma, mais uma vez, a já conhecida feição das rochas basálticas da Bacia do Paraná que consiste na sua extrema riqueza em ferro. Aos altos teores em ferro, correspondem

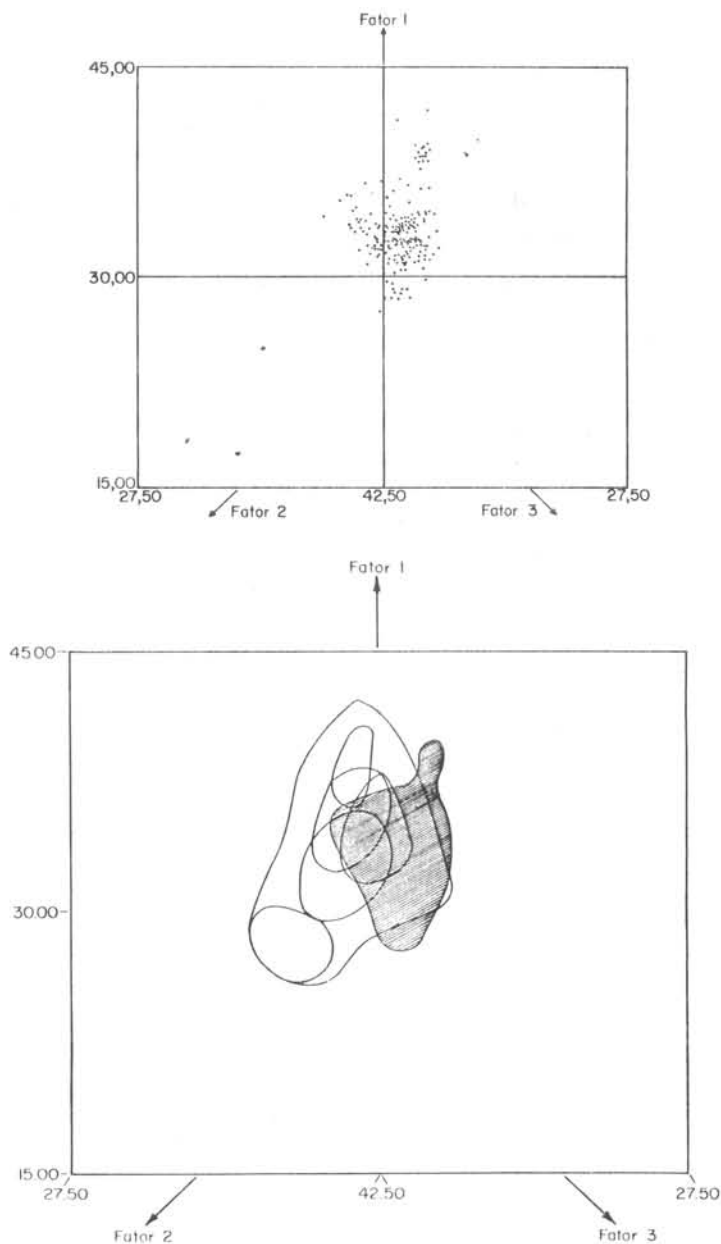


Figura 7 - Em cima: Projeção em diagrama ternário das principais variações químicas determinadas para as rochas basálticas da Bacia do Paraná, utilizando-se os mesmos referenciais da Figura 6. Os pontos projetados correspondem as análises químicas de rochas da província expressas na figura em termos das proporções dos três primeiros fatores, dos quatro a que foram reduzidas as variáveis analíticas de acordo com os valores da matriz de estimação de fatores apresentada por MANSON, 1967 e reproduzida na Tabela 3.

Em baixo: Área ocupada pelas rochas da Bacia do Paraná em relação aos principais tipos de rochas basálticas conforme focalizado na Figura 6.

baixos teores de magnésio e cálcio, óxidos que dominam o fator 2. Esta circunstância afasta o conjunto das rochas basálticas da Bacia do Paraná da linha de tendência da variação principal determinada para as rochas de distribuição mundial delineada na Figura 6 e justificaria sua posição destacada em relação aos tipos de referência, na Figura 7.

Embora, segundo RUEGG, 1969, as rochas basálticas da província constituam termos toleíticos supersaturados, ou os chamados quartzo-basaltos e/ou diabásios, na acepção conferida por esses termos por YODER e TILLEY, 1962, elas não coincidem na Figura 7 com a área de referência ocupada por essas rochas. Aliás, dela se distanciam quase em igual medida que das rochas basálticas altamente insaturadas, os leucita-basaltos. Em contrapartida considerável superposição se observa com as áreas correspondentes aos doleritos (na acepção utilizada por MANSON, 1967) aos hiperstênio-basaltos e ainda as correspondentes aos nefelina-basaltos (basaltos alcalinos). Se a superposição com os doleritos é normal, uma vez que a amostra estatística analisada inclui muitos exemplares do gênero, o mesmo não ocorre com os demais tipos. A mineralogia, quer modal, quer normativa das rochas da província, não mantém qualquer afinidade com tipos de rochas que exibam ortopiroxênios ou minerais insaturados (RUEGG, 1969). Assim sendo a justificativa de tal superposição deve ser procurada em domínios diferentes aos dos magmas tipos conforme elaborado por MANSON, 1967.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As largas distribuições e os altos valores de Fe-total, alcalis, particularmente K_2O , combinados com teores relativamente baixos de MgO e CaO , características estas perfeitamente definidas pelas análises estatísticas levadas a efeito na amostragem, confirmam as acentuadas características de teor exibidas pelas rochas na província, conforme levantadas anteriormente

(RUEGG, 1969, 1970).

Tais características afastam o magma basáltico da província do quimismo próprio de magmas indiferenciados, de acordo com o modelo de referência proposto por MANSON, 1967, e se confundem em muitos aspectos ao quimismo das rochas basálticas alcalinas. Essa sobreposição, entretanto, a vista das características de teor estudadas parece resultar na província da condição de magma generalisadamente diferenciado em vários graus uma vez que a posição das rochas da província dentro da ampla faixa de variação das séries toleíticas é indubitável, quer do ponto de vista petrográfico, conforme demonstraram, por exemplo, SCHNEIDER, 1964, CORDANI e VANDOROS, 1967, RUEGG, 1969, quer do ponto de vista químico conforme enfatizado por LETERRIER et al., 1972.

A constatação de diferenciação generalizada em vários graus tem sido confirmada por estudos recentes em pontos isolados da região abarcada pela província. É o caso dos estudos conduzidos em dique de diabásio no litoral norte do Estado de São Paulo por GOMES e BERNHOLC, 1973, e o estudo levado a efeito em derrames de basaltos na região de Santa Maria, no Rio Grande do Sul por SARTORI et al., 1975. Foi constatado igualmente por estudo pormenorizado de diferenciação em toda a província por RUEGG, 1975.

RESUMO

São registradas 130 novas análises químicas referentes às rochas basálticas da Bacia do Paraná. À luz dos novos dados, obtidos da análise de exemplares coletados ao longo de toda a província, são revistos parâmetros estatísticos referentes às características químicas dos elementos principais, dosados nessas rochas. Tratamentos estatísticos conduzidos em amostragem formada pela maior parte dos dados químicos disponíveis confirmam diferenças já assinaladas entre o quimismo das rochas na província, e o quimismo de suas equivalentes de outras regiões da Gonduanalândia. Poem em evidência ainda,

outras diferenças que as distinguem de padrões de referência levantados com base em dados de distribuição mundial. As largas dispersões constatadas nas distribuições dos vários elementos, acrescidos dos altos teores em ferro e álcalis, combinando com os baixos teores de magnésio e cálcio indicam que as rochas basálticas do

Brasil Meridional encontram-se generalisadamente diferenciadas. Características das distribuições sugerem ainda que a província não apresenta quimismo homogêneo, representado por distribuições do tipo normal, mas por distribuições multi-populacionais cujo significado cumpre determinar.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos devem ser consignados a várias instituições e cientistas que colaboraram direta ou indiretamente com o presente trabalho. Entre as primeiras cumpre mencionar o ex-Conselho Nacional de Pesquisas (atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o Ministério das Relações Exteriores do Governo Francês pela cessão de auxílios financeiros; o Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências, pela

cessão de amostras; o Centro de Computação Eletrônica da USP, pelas facilidades de cálculos posta à disposição do Autor; o Centro de Pesquisas Petrográficas e Geoquímicas, CRPG, França, pelas análises químicas efetuadas. Entre os últimos menciono, em especial, os Professores Dr. H. de la Roche, do CRPG, Nancy, França, e o Dr. U. G. Cordani e Arley B. Macedo, colegas do Instituto de Geociências, USP, pela colaboração prestada em diferentes fases desta pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. - 1946 - *Basaltos do Planalto de Maracaju*. Tese apresentada ao II Congresso Panamericano de Engenharia de Minas e Geologia (inédito), Petrópolis, Brasil.
- AMARAL, G., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K., REYNOLDS, J.H. - 1966 - *Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil*. *Geoch. et Cosmoch. Acta* 30: 159-189.
- CORDANI, U.G. e VANDOROS, P. - 1967 - *Basaltic rocks of the Paraná Basin, in Problems in Brazilian Gondwana Geology*, p. 207-229.
- CURVELLO, W.S. - 1946 - *Sobre um diabásio amigdaloidal de Guareí*, SP. *Min.Met.*, v. X, nº 60, pp. 263-266.
- GOMES, C.B. e BERENHOLC, M. - 1973 - *Sobre as características geoquímicas e petrográficas das rochas basálticas da Província Meridional do Brasil*. *Revista Brasileira de Geologia*, v. 2, nº 1, pp. 1-12.
- me geochemical features of the Toninhas dike, Ubatuba, State of São Paulo, Brazil. II Congr. Latinoamericano de Geologia, Caracas, Venezuela.
- GOVINDARAJU, K. - 1968 - *Ion exchange dissolution method for silicate analysis*. *Anal. Chem.* 40: 24-26
- GUIMARÃES, D. - 1933 - *A província magmática do Brasil meridional*. *Serv. Geol. Mineral. Brasil*, B-64, 70 p., Rio de Janeiro.
- LEINZ, V. - 1949 - *Contribuição à geologia dos derrames basálticos do sul do Brasil*. B. Univ. S.Paulo, Fac.Fil.Ci. Letras, 103, Geol. 5, 61 p.
- LETERRIER, J., de LA ROCHE, H. e RUEGG, N.R. - 1972 - *Composition chimique et parenté tholéiitique des roches basaltiques*

- du Bassin du Parana*. C.R.Acad. Sc. Paris, 274: 1772-1775.
- MACEDO, A.B. e RUEGG, N.R. - 1974 - *Aplicação da análise fatorial ao estudo de elementos principais nas rochas basálticas da Bacia do Paraná*. Anais do XXVIII Congr. Bras. de Geologia. Soc. Bras. Geol., Porto Alegre, RS (no prelo).
- MANSON, V. - 1967 - *Geochemistry of basaltic rocks; Major elements in Basalts: The Poldervaart treatise on Rocks of basaltic composition*, 1; 215-269. Intersciences Publishers, Nova York.
- MELFI, A.J. e GIRARDI, V.A.V. - 1962 - *Ocorrência de um "sill" de diabásio no arenito Botucatu, Município de Igarapava, SP*. B.Soc.Bras.Geol. 11(2):55-70, S.Paulo.
- MELFI, A.J. - 1967 - *Intemperismo de granito e diabásio no Município de Campinas e arredores, Estado de S.Paulo*. Tese de Doutorado, Fac.Filos.Ci.Let., Univ. São Paulo, Brasil.
- MELFI, A.J. - 1967 - *Potassium-argon ages from core samples of basaltic rocks from Southern Brasil*. Geochi. Cosmochim. Acta 31: 1079-1089.
- MINIOLI, B., PONÇANO, W.L. de e OLIVEIRA, S.M.B. - 1971 - *Extensão Geográfica do Vulcanismo Basáltico do Brasil Meridional*, An.Acad.Bras.Ciênc., 43 (2): 433-437.
- PAULO OLIVEIRA, F. de - 1889 - *Reconhecimento geológico do Vale do Rio Parapanema*. Bol.Comm.Geogr. e Geol. da Prov. de São Paulo, 2: 27-55.
- ROUBAULT, M., de LA ROCHE, H. e GOVINDARAJU, K. - 1964 - *L'analyse des roches silicatées par spectrométrie photo-électrique au Quantomètre A.R.L. et son contrôle par des roches étalons*. Sciences de la Terre 9 (4): 339-371, Nancy, França.
- RUEGG, N.R. e VANDOROS, P. - 1965 - *O diabásio de Laranjal Paulista, SP*. Reunião Soc.Bras.Progr.Ciênc., Ciência e Cultura 17 (2): 128-129.
- RUEGG, N.R. e DUTRA, C.V. - 1965 - *Short note on the trace element content of undifferentiated basaltic rocks of the State of São Paulo, Brazil*. An.Acad.Bras.Ci. 37 (3/4): 491-496.
- RUEGG, N.R. - 1969 - *Aspectos geoquímicos, mineralógicos e petrográficos de rochas basálticas da Bacia do Paraná*. Tese de Doutorado. Fac.Fil.Ciênc.Letras, USP, São Paulo, 172 p.
- RUEGG, N.R. - 1970 - *A Composição química das rochas basálticas da Bacia do Paraná (América do Sul) e de outras províncias basálticas gonduânicas equivalentes*. Memórias e Notícias, 70: 26-85. Museu e Laboratório da Univ. de Coimbra e do Centro de Estudos Geológicos.
- RUEGG, N.R. - 1975 - *Natureza serial do magmatismo basáltico da Bacia do Paraná*. Naturalia. Fac.Fil.Ci.Letras de São José do Rio Preto, SP (no prelo).
- SARTORI, P.L., MACIEL FILHO, C. e MENEGOTTO, E. - 1975 - *Contribuição ao estudo de rochas vulcânicas da Bacia do Paraná na região de Sta. Maria, RS*. Rev.Bras. Geoc. 5: 141-159.
- SCHNEIDER, A.W. - 1964 - *Contribuição à petrologia dos derrames basálticos da Bacia do Paraná*. Univ.Rio Grande do Sul, Esc. Eng., Publ. avulsa n.1, Porto Alegre,RS.
- WALTHER, K. - 1927 - *Contribución al conoci-*

miento de las rocas "basálticas" de la formación de Gondwana en la América del Sud. Inst.Geol.Perf.Uruguay, 9: 41 p.

Basalt Magmas: An Experimental Study of Natural and Synthetic Rock Systems. Jour. Petrol., 3: 342-532.

YODER, N.S. e TILLEY, C.E. - 1962 - *Origin of*

————— o —————

APÊNDICE

AMOSTRAS ANALISADAS E LOCAIS DE OCORRÊNCIA

Os locais de coleta de amostras, referidos a seguir, encontram-se assinalados em mapa esquemático na Figura 1. Basaltos são rochas extrusivas. Diabásios, intrusivos.

- N249 – Diabásio. Pedreira na estrada Mogi Mirim – Mogi Guaçu. Saída de Mogi Mirim, SP.
- N251 – Diabásio. Sill Fazenda São Francisco do Tijuca, Mogi Guaçu, SP.
- N252 – Diabásio. Pedreira Santo Antonio do Vaatinga. 12 km de Mogi Mirim na estrada para Conchal, SP.
- N255 – Diabásio. Pedreira Florianópolis, Jaguaruana, SP.
N255B - base da frente da pedreira;
N255T - topo; N255M - altura intermediária.
- N257 – Diabásio. Aproximadamente 40 km a partir de Campinas na estrada para Mogi Mirim, SP.
- N264 – Diabásio. Pedreira Ometo, Itacemópolis, SP.
- N266 – Diabásio. Águas das Pedras. 6 km de Tietê na estrada para Botucatu, SP.
- N267 – Diabásio. Fazenda Janjão Teixeira. Provavelmente o mesmo corpo de rocha que N266. Tietê, SP.
- N271 – Diabásio. Amostra de contato. Dique da praia das Toninhas. Estrada Caraguatatuba - Ubatuba, SP.
- N272 – Diabásio. Dique da praia do Tenório. Provável continuação de N271. Ubatuba, SP.
- N273 – Diabásio. Chácara Santana. Americana, SP.
- N274 – Diabásio. Furo de sondagem. Cerâmica Porto Ferreira S.A., Porto Ferreira, SP. Coletor: S.Mezzalira.
- N297 – Diabásio. 20 km de Campinas na estrada direta para Paulínea, SP.
- N299 – Diabásio. Pedreira abandonada dentro da cidade de Mogi Mirim, SP.
- N300 – Diabásio. 35 km de Mogi Mirim na estrada para Limeira, SP.
- N303 – Diabásio. Pedreira Cavinato, Via Anhanguera, km 140; aproximadamente 5 km ao S de Limeira, SP.
- N308 – Basalto. BR116. 242 km ao Sul de Curitiba: próximo da cidade de Santa Cecília, SC.
- N310 – Basalto. BR116. 309 km ao Sul de Curitiba, entre as cidades de Santa Cecília e Lajes, próximo de Correia Pinto, SC.
- N311 – Basalto. BR 116. 24km ao sul de Lajes, SC, quase na divisa de Santa Catarina com o Rio Grande do Sul.
- N312 – Basalto. BR 116. 34 km ao sul de Lajes, SC.
- N313 – Basalto. BR116. 55 km ao norte de Caxias do Sul, RS.
- N314 – Basalto. BR 166.29km ao norte de Caxias do Sul. RS. Entre o rio das Antas e a cidade de São Marços, RS.
- N316 – Basalto. Pedreira. BR290, Porto Alegre-Osório, junto a Lagoa dos Barros, RS.
- N317 – Basalto. Torres, RS. Base de derrame.
- N327 – Diabásio. Amostra de sondagem. Profundidade 167,3 m. Cerquilho, SP. Coletor: S.Mazzalira.
- N328 – Diabásio. Dique intraembasamento. 37 km de Blumenau na estrada nova para

APÊNDICE (continuação)

- S15 – Basalto. Base de derrame; estrada Mafra-Lajes, SC. km 60. (1).
- S16 – Basalto. Estrada Caxias do Sul, RS - Lajes, SC. km 10. (1).
- S18 – Diabásio. Sill. em sedimentos da Série Tubarão. Pedreira Florianópolis, Jaguaruana, SP. Mesmo corpo que N255. (1).
- S20 – Basalto. Estrada Caxias do Sul, RS - Lajes, SC, km 32. (1).
- S23 – Diabásio. Centro de dique com 50 cm de espessura. Ubatuba, SP. (dique III) (1).
- S28 – Diabásio. Dique diferenciado da praia das Toninhas, Ubatuba, SP. Mesmo corpo que N271. (1).
- S48 – Basalto. Base do platô de lavas. Perfil na estrada da Serra dos Aparados - Turvo-Bom Jesus, elevação 300 m, SC. (1).
- S49 – Basalto. Estrada Caxias do Sul, RS - Lajes, SC. km 195. (1).
- S50 – Basalto. Mesmo perfil que S48; elevação 750 m. (1).
- S60 – Diabásio. Dique indiferenciado com 30 m de espessura, 5 m do contato. Ubatuba, SP. (1).
- S65 – Diabásio. Dique na praia de Santa Rita, Ubatuba, SP. Amostra de contato. (1).
- S66 – Diabásio. Mesmo que S65. Amostra da parte central do dique. (1).
- S67 – Diabásio. Dique com 30 cm de largura. Ubatuba, SP. (1).
- S78 – Basalto. Estrada Lajes-Mafra, SC, km 132. (1).
- S79 – Basalto. Topo do platô de lavas. Mesmo perfil que S48; elevação 1200 m. (1).
- S88 – Basalto. Mesmo perfil que S48. Elevação 1000 m. (1).
- S90 – Basalto. Mesmo perfil que S48. Elevação 500 m. (1).
- S105 – Basalto. Bariri, SP. Obras da represa.
- S116 – Basalto. Base de derrame; Represa Barra Bonita, SP. (1).
- S118 – Basalto. Represa de Ibitinga, SP. (1).
- S127 – Basalto. Tapirapuã, MT. (3).
- S139 – Basalto. Base de derrame. Pirassununga, SP. (1).
- S141 – Basalto. Amostra de sondagem; Poço PE-1-SP, Petrobrás; profundidade: 1409 m; Presidente Epitácio, SP. (1).
- S179 – Diabásio. Mesmo que S28; amostra de contato. (Dique II). (1).
- S266 – Diabásio. Rio Araguaia, GO. (3).
- S306 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço AP-1-PR, Petrobrás; profundidade: 236 m. Apucarana, PR. (2).
- S307 – Basalto. Amostra de sondagem. Mesmo poço que S306. Profundidade: 1133 m. (2).
- S310 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço TO-1-RS, Petrobrás. Profundidade: 141 m. Torres, RS. (2).
- S312 – Diabásio. Sill em sedimentos devonianos. Amostra de sondagem. Poço PU-1-SC, Petrobrás. Profundidade: 1991 m. Porto União, SC. (2).
- S313 – Diabásio. Sill em sedimentos da Série Estrada Nova. Amostra de sondagem. Poço RI-1-RS, Petrobrás. Profundidade: 1491 m. Rio Ijuí, RS. (2).
- S314 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço LS-1-PR, Petrobrás. Profundidade: 705 m. Laranjal do Sul, PR. (2).
- S317 – Diabásio. Sill em sedimentos da Série Estrada Nova. Amostra de sondagem. Poço AP-1-PR. Petrobrás. Profundidade: 591 m. Apucarana, PR. (2).
- S327 – Diabásio. Amostra de sondagem. Poço CA-1-PR, Petrobrás. Profundidade: 591 m. Candido Abreu, PR.
- S366 – Diabásio. Sill na Formação Estrada Nova. Amostra de sondagem. Poço LS-1-PR, Petrobrás. Profundidade: 2359 m. Laranjal do Sul, PR. (2).
- S367 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço TV-1-SC, Petrobrás. Profundidade: 270 m. Taquara Verde, SC. (2).
- S369 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço DO-1-MT, Petrobrás. Profundidade: 133m. Dourados, MT. (2).
- S381 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço LS-1-PR, Petrobrás. Profundidade: 110 m. Laranjal do Sul, PR. (2).
- S382 – Diabásio. Em sedimentos da Série Tubarão. Amostra de sondagem. Poço

APÊNDICE (continuação)

- AL-1-RS, Petrobrás. Profundidade: 1907 m. Alegrete, RS.(2).
- S386 – Diabásio. Amostra de sondagem. Poço CP-1-SP, Petrobrás. Profundidade: 1005m. Carlota Prenz, SP. (2).
- S388 – Diabásio. Em sedimentos da Série Tubarão. Amostra de sondagem. Poço DO-3-MT. Profundidade: 2226 m. Dourados, MT.
- S390 – Basalto. Amostra de sondagem raza. Poço B-F-5. Barra Bonita, SP.
- S493 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço PP-1-SP. Petrobrás. Profundidade: 134 m. Paraguassu Paulista, SP. (2).
- S495 – Basalto. Amostra de sondagem. Mesmo poço que S369; Profundidade: 337 m. Dourados, MT. (2).
- S496 – Basalto. Amostra de sondagem. Mesmo poço que S313. Profundiaded: 31 m. Rio Ijuí, RS. (2).
- S498 – Basalto. Amostra de sondagem. Poço PG-1-SC, Petrobrás. Profundiadede: 254 m. Taquara Grande, SC. (2).
- S636 – Diabásio. Ponta do Bonete, Ubatuba, SP. (3).
- S637 – Diabásio. Estrada São Paulo-São José dos Campos-Caragatatuba-Ubatuba, km 257. (3).
- S639 – Diabásio. Estrada São Paulo-São José dos Campos-Caragatatuba-Ubatuba, km 245. (3).
- S671 – Diabásio. Ponta do Bonete, Ubatuba, SP. (3).
- S684 – Diabásio (andesito pórfiro). Ilha de São Sebastião, Barra Velha, SP. (3).
- S685 – Diabásio (diorito pórfiro). Praia Preta, Ubatuba, SP. (3).
- S777 – Diabásio. São Paulo, SP, (3).
- S793 – Diabásio. Campos de Jordão, SP. (3).
- S835 – Diabásio (diorito). BR116. Entroncamento com a estrada Curitiba-Paranaguá.
- S882 – Diabásio (diorito pórfiro). Estrada BR 116, km 227. (3).
- S1052– Basalto. Formação Arapey, Uruguai. (3).
- S1053– Basalto. Formação Arapey, Uruguai. (3).
- S1054 – Basalto. Formação Arapey, Uruguai. (3).
- S1226– Basalto. Tangará, SC. (3).
- S1283– Basalto. Tangará, SC. (3).
- S1560– Basalto. Agua Fria, MT. (3).
- S1561– Basalto. Amerinópolis, GO. (3).
- (1), (2) e (3) – Amostras coletadas para fins de estudos geocronológicos. Os resultados desses estudos foram divulgados, respectivamente, por AMARAL et al., 1966; MELFI, 1967, e MINIOLI et al., 1969. Nos dois primeiros trabalhos podem ser encontradas descrições petrográficas suscintas das amostras. Nos trabalhos acima, as amostras são identificadas com os mesmos números porém com a sigla SPK, sigla de referência do Centro de Pesquisas Geocronológicas do Instituto de Geociências da USP.
- T3 – Diabásio. Porto Martins, SP, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T4 – Diabásio. Irati,PR, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T5 – Diabásio. Monte Alegre, PR, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T6 – Diabásio. Campinas, SP, Pedreira Brasil. Via Anhanguera, km 97, Analista: J.Nepote.
- T7 – Diabásio. Igarapava, SP, em Melfi e Garrardi, 1962.
- T8 – Diabásio. Igarapava,,SP, em Melfi e Garrardi, 1962.
- T9 – Basalto. Torrinha,SP, estrada Torrinha-Santa Maria, a 5 km de Torrinha. Analista: J.Nepote.
- T10 – Diabásio. Igarapava, SP, em Melfi e Garrardi, 1962.
- T11 – Diabásio. Igarapava, SP, em Melfi e Garrardi, 1962.
- T12 – Basalto. Botucatu, SP, estrada Laranjal Paulista - Botucatu, a 16 km de Botucatu. Analista: J.Nepote.
- T13 – Basalto. Sertãozinho, SP, no caminho para Fonte Palmital, a 7 km deste último. Analista: J.Nepote.
- T14 – Diabásio. Campinas, SP, Pedreira Chapadão, em Melfi, 1967.

APÊNDICE (continuação)

- T15 – Diabásio. Americana, SP, em Melfi, 1967.
- T16 – Diabásio. Itu, SP, na estrada Itu-Salto, a cerca de 3 km de Itu. Analista: J. Nepote.
- NT17 – Diabásio. Salto de Guaíra, Cachoeira de Sete Quedas, PR, em Guimarães, 1933.
- T18 – Basalto. Santa Rita do Passa Quatro, SP, na estrada para Campinas, a 10 km de Santa Rita. Analista: J.Nepote.
- T19 – Diabásio. Laranjal Paulista, SP, Pedreira da Estrada de Ferro Sorocabana. Analista: J.Nepote.
- T20 – Basalto. Barretos, SP, estrada de Barretos - São Joaquim da Barra, nas margens do Rio Pardo. Analista: J.Nepote.
- T21 – Diabásio. Casa Branca, SP, estrada Casa Branca - Palmeiras, a 11 km de Casa Branca. Analista: J.Nepote.
- T22 – Diabásio. Americana, SP, Reprêsa Carioba. Analista: J.Nepote.
- T23 – Diabásio. Piracicaba, SP, margens do Rio Piracicaba, a cerca de 5 km da cidade rio acima. Analista: J.Nepote.
- T24 – Basalto. Rio Claro, SP, na estrada Rio Claro - São Carlos, a 20 km de Rio Claro. Analista: J.Nepote.
- T25 – Basalto. Franca, SP, na estrada de Franca a Rifânia, junto de ocorrências de arenito Bauru. Analista: J.Nepote.
- T26 – Basalto. Caraguatatuba, SP, no caminho para Parati, a 10 km de Caraguatatuba. Analista: J.Nepote.
- T27 – Basalto. Franca, SP, na estrada Franca-Ribeirão Preto, 1 km de Franca. Analista: J.Nepote.
- T28 – Basalto. Jaú, SP, na estrada Jaú-São Manoel, 6,4 km de Jaú. Analista: J. Nepote.
- T29 – Basalto. Jaú, SP, margens do Rio Tietê. Analista: J.Nepote.
- T30 – Basalto. Ribeirão Preto, SP, Fazenda Experimental do Instituto Agrônômico. Analista: J.Nepote.
- T31 – Basalto. Cerro Alberto, Serra de Vila Rica, Paraguai, em Walther, 1927.
- T32 – Basalto. Cachoeira de Marimbondão, Canal do Ferrador, Rio Grande, SP. Analista: J.Nepote.
- T33 – Basalto. Jaú, SP, estrada Jaú- Barra Bonita. Analista: J.Nepoti.
- T34 – Basalto. Rio Jaboticabal, SP, em Guimarães, 1933.
- T35 – Basalto. Córrego da Manga, Fazenda Guanandi, ex-Território de Ponta Porã, MT, em Almeida, 1946.
- T36 – Basalto. São José do Rio Preto, SP, estrada São José do Rio Preto-Potirendaba. Analista: J.Nepote.
- T37 – Diabásio. Laranjal Paulista, SP, Pedreira da Estrada de Ferro Sorocabana. Analista: J.Nepote.
- T38 – Basalto. Cerro Domingo, Serra de Vila Rica, Paraguai, em Walther, 1927.
- T39 – Basalto. Campo Grande, MT, em Almeida, 1946.
- T40 – Diabásio. Ponta Grossa, PR, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T41 – Basalto. Patrocínio Paulista, SP, nas margens do Ribeirão Itirapuã. Analista: J.Nepote.
- T42 – Basalto. Foz do Iguaçu, PR, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T43 – Diabásio. Campinas, SP, Fazenda Morro Grande, divisa com Município de Americana. Analista: J.Nepote.
- T44 – Basalto. São Manoel, SP, Estação Campos Sales. Analista: J.Nepote.
- T45 – Basalto. Avaré, SP, estrada Avaré-Taquaritinga, a cerca de 2 km de Avaré. Analista: J.Nepote.
- T46 – Diabásio. Paulínea, SP, pedra abandonada, margem esquerda do Rio Atibaia, em Melfi, 1967b.
- T47 – Basalto. Cravinhos, SP, na saída da cidade para Ribeirão Preto. Analista: J. Nepote.
- T48 – Basalto. Arroio Gauçu, PR, 1ª Salto, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T49 – Basalto. Serra Esperança, PR, em Leinz, Fontoura e Gomes, 1937, conforme citado por Leinz, 1949.
- T50 – Diabásio. Lajanal Paulista, SP, Pedreira da Estrada de Ferro Sorocabana. Analista: J.Nepote.
- T51 – Basalto. Ribeirão Preto, SP, Fazenda Experimental do Instituto Agrônômico. Analista: J.Nepote.
- T52 – Diabásio. Americana, SP, a cerca de 1 km, rio abaixo, da confluência do Rio Atibaia com o Rio Jaguari. Analista: J.Nepote.

APÊNDICE (continuação)

- T53 – Basalto. São João, SC, em Guimarães, 1933.
- T54 – Diabásio. Guareí, SP, em Curvello, 1946.
- T55 – Basalto. Guaira, PR, na localidade Sete Quedas. Analista: J.Nepote.
- T56 – Basalto. Rio Passo do Retiro, PR, em Guimarães, 1933.
- T57 – Basalto. Ribeirão Preto, SP, na estrada para São Paulo, a cerca de 11 km da cidade. Analista: J.Nepote.
- T58 – Basalto. Ribeirão Preto, SP. Fazenda Experimental do Instituto Agrônômico. Analista: J.Nepote.
- T59 – Basalto. Laranjal Paulista, SP, Pedreira da Estrada de Ferro Sorocabana. Analista: J. Nepote.
- T60 – Basalto. Cerro Howy, Paraguai, em Walther, 1927.
- T61 – Basalto. Cabeceira do Rio Brilhante, MT, em Almeida, 1946.
- T62 – Basalto. Ribeirão Preto, SP, Fazenda Experimental do Instituto Agrônômico. Analista: J.Nepote.
- T63 – Diabásio. Campinas, SP, Fazenda Ribeirão. Analista: J.Nepote.
- T64 – Basalto. Franca, SP, na saída da cidade para Restinga. Analista: J.Nepote.
- T65 – Basalto. Cachoeira do Marimondo, Canal do Ferrador, SP. Analista: J.Nepote.
- T66 – Diabásio. Tambaú, SP, na estrada Tambaú-Santa Rita do Passa Quatro, a cerca de 12 km de Tambaú. Analista: J. Nepote.
- T67 – Diabásio. Território de Misiones, Argentina, entre Porto Aguirre e as Cataratas do Iguacu, em Walther, 1927.
- T68 – Diabásio. Território de Misiones, Argentina, Cerro Corá, em Walther, 1927.
- T70 – Basalto. Rio das Cinzas, SP, em Paula Oliveira, 1889, e Hussak, 1889.
- T71 – Basalto. São Carlos, SP, no Asilo São Vicente de Paula. Analista: J.Nepote.
- T72 – Diabásio. Porto Ferreira, SP, na estrada para Ribeirão Preto, a cerca de 11,5 km da cidade. Analista: J.Nepote.
- T73 – Diabásio. Jardinópolis, SP, na estrada para Orlândia, a cerca de 3 km da cidade. Analista: J.Nepote.
- T74 – Basalto. Maracaju, ex-Território de Ponta Porã, MT, em Almeida, 1946.
- T75 – Basalto. Rio Passa Cinco, Fazenda Guandandi, ex-Território de Ponta Porã, MT em Almeida, 1946.
- T76 – Diabásio. Faxina, SP, na estrada para Itararé, a cerca de 17 km da cidade. Analista: J.Nepote.
- T77 – Basalto. Laguna La Tuna, Cerro Largo, Uruguai, em Walther, 1927.
- T78 – Diabásio. Melo, no caminho para Rio Branco, Artigas, Uruguai, em Walther, 1927.
- T79 – Basalto. Sete Ilhas, SP, em Paula Oliveira, 1889, e Hussak, 1889.
- T80 – Diabásio. Estacion Agronomica Bañado Medina, Cerro Largo, Uruguai, em Walther, 1927.
- T81 – Basalto. Estação de Estrada de Ferro Achar, S.Tacuarembó, Uruguai, em Walther, 1927.
- T82 – Basalto. Laguna La Tuna, Cerro Largo, Uruguai, em Walther, 1927.
- T83 – Basalto. Entre Rio Queguay e Arroio Queguay, estancia Rincón de Perez, Paysandu, Uruguai, em Walther, 1927.
- T84 – Diabásio. Torres, RS, em Guimarães, 1933.
- T85 – Basalto. Itapuçu, SP, em Paula Oliveira, 1889, e Hussak, 1889.
- T86 – Basalto. Salto (ou Artigas?), Uruguai, em Walther, 1927.
- T87 – Basalto. Três Forquilhas, RS, em Leinz, 1949.
- T88 – Diabásio. Molles, Uruguai, em Walther, 1927.
- T89 – Basalto. Três Forquilhas, RS, em Leinz, 1949.
- T90 – Basalto. Território de Misiones, Argentina, Porto de Santana no caminho para Bonpland, em Walther, 1927.
- T91 – Basalto. Perfil Aratinga-Itati, RS, em Schneider, 1964.
- T92 – Diabásio. Território de Misiones, Argentina, Porto de Santana, em Walther, 1927.
- T93 – Diabásio. Território de Misiones, Argentina, Porto de Santana, em Walther, 1927.
- T94 – Basalto. Tambores, S. Tacuarembó, Uruguai, em Walther, 1927.
- T95 – Diabásio. Arroio Quarai-Mirim, RS, em Walther, 1927.
- T96 – Diabásio. S.Eugenio, Artigas, Uruguai, em Walther, 1927.
- T97 – Diabásio. Laranjal Paulista, SP, pedreira da Estrada de Ferro Sorocabana.

- Analista: J. Nepote.
- T98 – Diabásio. Laranjal Paulista, SP, pedra-
ra da Estrada de Ferro Sorocabana.
Analista: J. Nepote.
- T99 – Basalto. Curral das Pedras, RS, em Gui-
marães, 1933.
- T100 – Basalto. Perfil Faxinal-Tainhas, RS, em
Leinz, 1949.
- T101 – Basalto. Perfil Aratinga-Itati, RS, em
Schneider, 1964.
- T102 – Basalto. Perfil Aratinga-Itati, RS, em
Schneider, 1964.
- T103 – Basalto. Três Forquilhas, RS, em Leinz,
1949.
- T104 – Basalto. Perfil Aratinga-Itati, RS, em
Schneider, 1964.

ANÁLISES DE ROCHAS BASÁLTICAS DA BACIA DO PARANÁ

Análises químicas, porcentagem em peso, de amostras de rochas ba-
sálticas da Bacia do Paraná ou a elas sincronicamente associadas nos Brasil meridional
e em regiões adjacentes. Locais de ocorrência das amostras esquematizadas na Figura
1 e pormenorizados acima. Os dados referidos por T, conforme reunidos por RUEGG,
1969 e 1970.

Nº da amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.F.	P ₂ O ₅
N249	44,70	3,46	10,90	18,00	0,25	7,01	10,14	2,04	0,94	0,55	—
N251	46,20	3,04	12,95	16,22	0,23	6,22	9,75	2,39	1,04	0,46	—
N252	48,60	3,49	13,60	15,60	0,24	4,22	8,43	2,93	1,49	0,76	—
N255T	49,60	2,52	12,90	14,99	0,22	5,46	9,83	2,48	1,09	0,71	—
N255B	48,90	2,61	13,40	15,42	0,22	5,52	10,05	2,44	1,04	0,54	—
N255M	48,30	2,26	13,90	13,79	0,20	5,91	9,75	2,41	0,93	1,49	—
N257	48,60	2,59	13,55	15,43	0,23	5,57	9,61	2,49	1,19	0,43	—
N264	50,70	3,17	12,70	15,15	0,24	4,21	8,61	2,77	1,29	0,96	—
N266	52,70	2,64	12,10	15,35	0,24	3,05	6,49	3,15	2,02	1,62	—
N267	53,00	2,61	12,35	14,33	0,24	3,51	6,77	3,06	2,27	1,15	—
N271	51,10	3,05	14,05	13,58	0,21	3,99	7,29	3,19	2,10	0,18	—
N272	51,30	3,01	13,45	12,97	0,20	4,09	7,18	3,19	2,19	0,24	—
N273	47,20	2,78	14,05	15,46	0,23	5,45	10,61	2,48	1,14	0,87	—
N274	51,20	3,28	12,75	15,42	0,25	3,76	7,37	2,82	1,83	1,14	—
N297	46,90	3,12	13,10	15,87	0,24	6,16	9,56	2,42	1,13	1,42	—
N299	48,00	3,25	11,60	17,05	0,25	6,20	9,47	2,28	1,19	0,85	—
N300	49,30	3,09	13,80	15,18	0,23	5,17	7,88	2,86	1,53	1,45	—
N303	48,91	4,23	12,98	15,16	0,19	4,70	8,90	2,66	1,27	(0,97)	—
N308	53,20	2,98	12,50	11,82	0,16	5,61	8,29	2,53	2,39	0,70	—
N310	50,50	3,13	13,35	12,66	0,18	5,05	8,46	2,92	1,73	1,06	—
N311	68,00	0,93	12,80	6,24	0,11	1,44	3,32	3,02	3,67	0,89	—
N312	69,10	0,93	12,10	5,85	0,10	1,44	3,18	3,08	3,57	0,78	—
N313	66,30	0,96	12,40	6,21	0,11	1,53	3,35	3,16	3,55	1,37	—
N314	67,70	0,96	12,70	5,92	0,10	1,43	3,26	3,21	3,50	1,34	—
N316	66,00	1,02	14,30	9,66	0,16	6,51	7,30	2,12	1,73	1,39	—
N317	57,10	1,31	13,60	9,67	0,13	3,57	5,13	2,98	2,74	2,29	—
N327	49,00	2,56	13,20	15,05	0,25	5,56	9,84	2,51	1,13	1,61	—
N328	46,90	1,38	13,40	12,85	0,18	5,21	9,12	2,61	1,44	6,89	—
N329	48,00	1,80	15,75	11,67	0,21	4,62	7,15	4,18	2,09	2,75	—
N330	45,10	3,04	14,45	12,71	0,30	2,27	10,39	2,83	2,23	7,25	—
N331	48,90	0,91	13,35	11,10	0,20	7,86	12,38	2,06	0,79	1,74	—
N332	50,30	3,70	13,25	15,44	0,24	3,76	8,27	2,87	1,44	1,01	—
N335	63,56	0,96	15,90	5,10	0,03	2,32	3,11	3,84	4,08	(0,93)	0,37
N337	48,50	4,37	10,01	16,70	0,14	5,60	9,91	2,58	0,95	(1,21)	0,34
N338	49,20	3,98	9,81	16,13	0,18	5,56	9,60	2,72	1,23	(1,25)	0,38
N339	51,30	2,89	9,34	17,72	0,18	4,51	9,95	2,05	0,99	(1,14)	0,31
N350	48,76	4,58	9,53	16,06	0,17	6,00	9,71	2,64	1,19	(1,17)	0,35
N351	49,37	4,00	9,80	16,51	0,07	5,25	9,63	2,64	1,20	(1,02)	0,39
N353	50,99	3,53	9,12	15,56	0,15	5,38	9,75	2,71	0,99	(1,21)	0,34
N355	50,73	3,21	9,30	16,43	0,18	5,07	9,40	2,66	1,07	(1,39)	0,32
N356	50,87	2,95	10,55	8,56	0,18	5,47	9,56	2,57	0,79	(1,44)	0,28

APÊNDICE (continuação)

Nº da amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.F.	P ₂ O ₅
N358	50,58	5,30	9,00	11,31	0,49	4,00	7,42	2,92	2,05	(1,82)	0,77
N361	48,60	4,84	9,55	16,31	0,27	4,80	8,78	2,96	1,37	(1,57)	0,61
N362	54,80	3,16	10,05	14,14	0,19	2,50	5,92	3,89	2,51	(1,91)	0,98
N363	53,04	3,58	9,31	15,45	0,22	2,86	6,35	3,90	2,53	(1,44)	n.d.
N364	53,70	3,90	9,39	15,25	0,19	2,63	6,52	3,60	2,24	(1,78)	1,03
N366	68,52	0,25	14,31	1,63	0,00	0,00	3,84	2,48	8,00	(1,02)	0,02
N368	48,00	3,67	13,00	15,69	0,24	4,44	8,83	2,86	0,64	1,32	—
N365	56,00	1,52	11,80	12,76	0,17	3,31	6,19	2,54	1,44	4,09	—
N370	47,60	2,90	12,40	16,24	0,23	5,14	8,81	2,20	1,13	2,16	—
N371	47,60	2,11	13,35	14,59	0,21	4,80	9,99	2,21	0,67	3,99	—
N372	47,30	3,04	13,35	14,54	0,22	4,88	9,12	2,49	1,22	2,41	—
N373	47,35	1,95	12,30	14,42	0,24	5,97	9,64	2,10	0,62	4,53	—
N374	51,30	3,86	13,30	12,63	0,17	4,75	7,54	2,74	1,96	2,07	—
N375	53,90	2,43	12,65	14,62	0,24	3,21	6,42	2,82	1,98	1,21	—
N376	46,30	1,56	12,25	12,33	0,20	6,26	9,67	3,84	1,23	5,17	—
N378	58,70	1,82	10,15	11,63	0,15	4,19	7,59	2,46	1,18	1,45	—
N379	49,90	2,50	13,00	14,99	0,24	5,13	9,07	2,61	0,89	1,39	—
N380	54,70	2,94	11,10	13,92	0,15	3,97	7,25	2,25	1,42	1,98	—
N381	50,20	2,46	11,60	15,75	0,20	4,67	8,66	2,76	1,58	1,58	—
N382	52,60	3,36	11,75	14,04	0,23	4,10	7,71	2,67	1,43	1,12	—
N383	48,30	2,63	13,05	15,96	0,21	5,16	7,35	3,11	1,46	2,70	—
N384	54,70	2,87	13,00	13,18	0,21	2,97	6,94	2,97	1,98	0,88	—
N385	48,80	3,24	12,85	15,10	0,20	5,68	8,79	2,67	1,18	1,28	—
N386	50,60	3,57	12,50	14,88	0,23	4,17	8,53	2,58	1,34	0,81	—
N387	48,80	3,89	11,95	15,82	0,25	4,94	8,35	2,67	1,38	1,15	—
S2	49,60	1,10	14,45	12,15	0,20	7,47	10,36	2,44	0,95	0,39	—
S7	66,40	1,07	11,90	6,23	0,11	1,26	3,31	3,11	2,77	2,85	—
S11	50,90	1,10	13,70	11,49	0,20	6,59	9,76	2,33	1,29	0,82	—
S15	51,40	3,57	13,40	13,10	0,19	4,86	8,48	2,78	1,79	0,78	—
S16	65,00	1,07	13,10	5,79	0,11	1,25	3,38	3,09	2,56	3,50	—
S18	48,20	2,36	13,90	14,89	0,23	6,20	10,12	2,43	1,14	0,74	—
S20	52,50	3,27	13,20	13,87	0,22	4,24	7,38	3,19	2,14	0,19	—
S23	53,30	3,27	14,35	10,95	0,13	2,32	5,38	3,10	2,82	3,11	—
S28	51,90	2,84	13,45	12,78	0,21	5,59	7,59	3,25	2,15	0,15	—
S48	54,50	1,61	12,90	13,29	0,20	4,61	8,08	2,53	1,54	0,85	—
S49	51,70	1,67	13,50	13,50	0,21	4,58	7,34	2,61	1,72	1,42	—
S50	50,50	1,79	14,00	13,41	0,21	5,14	8,86	2,84	1,08	2,12	—
S60	52,30	2,90	14,10	12,72	0,20	3,97	7,10	3,23	2,04	0,65	—
S65	51,00	3,41	12,65	15,23	0,22	3,48	7,02	2,89	2,14	0,45	—
S66	51,80	3,21	13,05	14,94	0,21	3,73	7,02	2,94	2,14	0,40	—
S67	50,40	3,27	13,05	15,04	0,22	3,58	7,07	2,94	2,19	0,39	—
S78	50,60	3,50	13,90	13,31	0,17	4,57	7,60	2,88	2,04	0,68	—
S79	66,40	1,13	12,40	6,41	0,13	1,38	3,01	3,35	3,65	1,41	—
S88	63,50	1,06	12,55	7,59	0,13	1,65	4,57	2,97	2,87	2,85	—
S90	51,90	1,49	13,65	13,09	0,21	4,02	7,46	2,28	1,94	3,09	—
S106	49,30	3,23	12,35	14,98	0,21	4,26	8,47	2,84	1,03	2,11	—
S116	47,70	2,79	13,05	14,25	0,21	5,89	9,63	2,41	0,93	1,75	—
S118	47,00	3,77	11,80	16,86	0,24	6,20	9,13	2,43	1,29	0,80	—
S127	49,80	1,37	14,10	12,16	0,20	7,11	10,99	2,06	0,69	1,89	—
S139	49,40	2,74	12,90	13,48	0,22	7,19	10,21	2,38	1,24	0,85	—
S141	48,60	3,51	13,20	15,38	0,21	4,41	8,37	2,64	1,47	2,06	—
S179	51,60	3,14	13,90	13,33	0,21	3,85	6,72	3,70	1,78	1,23	—
S266	48,10	2,85	12,35	17,26	0,25	6,23	10,37	2,39	0,70	0,25	—
S306	47,30	3,24	13,10	16,09	0,24	5,26	9,24	2,18	1,24	0,69	—
S307	56,70	2,89	12,30	12,50	0,18	2,22	4,38	2,90	3,10	1,55	—
S310	53,60	1,54	13,60	13,00	0,19	4,22	8,09	2,68	1,59	0,79	—
S312	49,30	1,99	13,40	14,82	0,23	6,96	9,84	2,44	0,94	0,56	—
S313	49,30	1,20	15,60	10,40	0,19	6,13	10,60	2,26	0,88	1,87	—
S314	48,50	1,69	14,90	15,09	0,23	5,96	10,53	2,43	0,84	0,70	—
S317	46,80	2,47	13,00	13,95	0,13	4,68	7,49	2,34	1,31	6,38	—
S327	48,70	2,92	12,50	14,68	0,26	5,91	10,05	2,46	0,94	1,50	—
S366	51,80	3,24	13,25	12,26	0,18	5,44	8,40	2,57	1,88	1,14	—
S367	50,40	1,65	13,60	13,71	0,28	3,99	8,51	3,16	1,56	2,18	—
S369	53,60	3,57	11,70	15,59	0,23	3,18	7,59	2,83	2,04	0,13	—

APÊNDICE (continuação)

Nº da amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.F.	P ₂ O ₅
S381	46,10	3,09	13,45	16,52	0,21	6,18	9,89	2,27	0,99	1,10	—
S382	50,80	1,36	12,35	13,26	0,24	6,43	10,17	2,29	1,00	0,32	—
S386	48,20	3,78	13,60	12,68	0,15	4,45	6,91	2,70	1,66	5,40	—
S388	47,90	2,27	13,50	14,41	0,25	5,57	9,94	2,53	0,99	0,59	—
S390	48,00	3,78	12,25	15,53	0,28	4,65	8,75	2,52	1,43	1,11	—
S493	48,60	2,58	14,00	14,69	0,23	5,41	9,38	2,68	1,44	0,72	—
S495	51,20	2,58	13,40	14,18	0,22	4,86	9,17	2,78	1,24	0,83	—
S496	47,80	1,70	13,75	13,17	0,19	5,90	10,81	2,46	1,38	1,71	—
S498	49,60	3,63	13,95	13,15	0,18	4,76	8,54	2,75	1,62	1,83	—
S636	59,50	1,90	15,05	8,33	0,15	2,13	4,02	3,87	4,07	0,84	—
S637	53,60	2,86	13,50	13,11	0,22	4,15	7,10	3,20	2,20	0,05	—
S639	38,00	3,26	15,70	7,06	0,09	1,42	5,70	3,39	2,70	1,13	—
S671	52,70	3,21	14,00	12,90	0,17	3,40	6,90	3,20	2,41	1,49	—
S684	62,70	1,78	14,65	7,76	0,16	1,34	3,78	3,43	4,18	0,49	—
S685	53,60	2,88	14,40	12,11	0,18	3,38	6,90	2,88	2,73	0,71	—
S777	46,30	3,52	12,80	16,64	0,29	5,51	9,50	3,51	1,28	1,56	—
S793	42,60	4,00	12,65	14,13	0,18	6,34	10,64	2,71	2,42	3,25	—
S835	64,90	1,48	13,25	7,78	0,18	1,30	3,49	3,69	3,59	0,23	—
S882	62,10	1,28	16,45	5,06	0,10	1,04	1,79	4,86	5,95	0,19	—
S1053	43,10	1,19	16,60	12,30	0,17	9,20	9,92	2,19	0,57	4,66	—
S1054	46,30	1,97	17,60	14,93	0,18	5,97	7,96	3,88	0,70	0,48	—
S1226	50,40	1,24	14,35	13,04	0,21	6,07	11,15	2,49	0,95	0,46	—
S1283	45,00	2,72	15,30	9,48	0,18	4,10	10,48	2,78	0,87	8,85	—
S1560	59,70	2,51	11,25	13,03	0,17	3,48	6,56	1,79	1,44	0,55	—
S1561	36,10	3,59	8,90	14,23	0,28	11,86	16,22	1,71	1,09	5,12	—
T3	45,48	4,10	14,31	16,60	0,00	5,26	8,24	1,13	0,52	(3,78)	0,95
T4	45,50	2,10	11,64	22,06	0,00	5,57	4,70	2,25	0,98	(2,67)	—
T5	45,80	2,05	11,01	17,90	0,00	13,20	8,33	1,31	0,32	(0,20)	—
T6	46,00	2,50	17,20	14,30	0,20	4,00	9,60	3,30	1,20	(0,80)	0,34
T7	46,00	2,50	16,50	13,90	0,16	6,30	10,50	1,86	0,53	(0,90)	0,30
T8	46,00	2,45	16,90	13,80	0,16	5,70	10,50	1,76	0,56	(0,70)	0,35
T9	46,00	3,30	17,11	11,64	0,16	3,57	7,19	2,46	1,24	(6,50)	0,59
T10	46,30	2,70	16,90	16,00	0,15	5,80	9,30	1,75	0,58	(0,50)	0,40
T11	46,50	3,10	16,00	16,30	0,12	5,60	8,50	1,86	0,98	(1,50)	0,45
T12	47,00	4,00	15,55	13,37	0,19	4,58	8,40	3,16	1,69	(1,54)	0,55
T13	47,00	3,70	13,60	14,80	0,29	4,50	8,30	3,00	1,13	(3,40)	0,47
T14	47,00	3,80	14,80	14,92	0,10	5,30	10,40	2,24	0,78	(0,35)	0,30
T15	47,30	2,85	14,20	12,66	0,20	6,84	10,52	2,75	0,75	(0,66)	1,02
T16	47,40	2,30	18,35	12,00	0,13	5,69	7,06	3,07	2,20	(1,00)	0,55
T17	47,62	3,74	8,61	16,09	0,00	4,54	7,72	3,91	2,28	(4,66)	0,23
T18	47,80	4,10	14,34	14,80	0,19	5,00	8,26	2,65	1,44	(1,00)	0,36
T19	47,80	3,50	15,84	14,08	0,21	3,38	7,91	2,79	1,66	(1,50)	0,66
T20	47,80	3,00	12,87	14,39	0,18	4,84	9,76	2,60	1,10	(3,00)	0,33
T21	48,00	3,70	12,45	16,22	0,19	3,87	9,12	2,93	1,64	(1,20)	0,45
T22	48,00	3,60	13,40	14,90	0,30	4,50	9,54	2,55	1,20	(2,12)	0,33
T23	48,00	3,60	14,80	14,40	0,25	4,01	7,67	3,07	1,41	(2,02)	0,45
T24	48,00	4,00	15,10	14,00	0,19	4,48	7,59	2,37	1,47	(1,94)	0,50
T25	48,00	3,60	13,78	15,20	0,22	4,81	8,10	2,56	1,75	(1,80)	0,62
T26	48,00	4,00	12,68	13,20	0,16	5,19	7,36	3,51	2,43	(2,15)	0,92
T27	48,00	3,20	14,42	15,37	0,20	2,96	8,32	2,23	1,55	(3,80)	0,78
T28	48,20	3,31	14,30	14,20	0,25	4,50	9,12	2,55	1,13	(2,28)	0,38
T29	48,20	3,40	11,40	14,50	0,20	3,87	9,86	3,48	1,17	(2,12)	0,38
T30	48,20	2,90	14,80	14,88	0,28	4,60	9,13	2,10	1,07	(2,00)	0,28
T31	48,38	2,58	10,42	17,10	0,00	3,53	7,98	4,54	1,50	(2,93)	1,04
T32	48,40	3,00	12,40	16,10	0,20	4,22	9,55	2,34	0,90	(1,98)	0,40
T33	48,40	4,00	12,85	14,56	0,24	4,51	8,54	2,84	1,75	(1,56)	0,55
T34	48,46	4,00	11,32	17,71	0,00	4,08	8,50	2,91	1,66	(1,11)	0,45
T35	48,52	3,45	14,15	13,75	0,15	4,31	8,31	2,36	1,26	(2,72)	0,43
T36	48,60	2,68	13,16	13,75	0,16	6,04	9,70	2,79	1,41	(1,99)	0,36
T37	48,60	2,40	12,33	15,20	0,21	4,62	5,07	3,44	2,14	(4,46)	0,87
T38	48,63	2,20	12,49	20,80	0,00	2,37	8,75	2,46	0,64	(1,59)	0,77
T39	48,68	3,60	13,98	13,49	0,15	5,12	8,25	2,36	1,17	(3,68)	0,12
T40	48,70	2,15	16,02	15,38	0,00	6,90	7,54	0,16	0,15	(1,76)	0,54
T41	48,80	3,30	14,30	14,00	0,22	4,54	7,78	3,30	1,66	(2,00)	0,40

APÊNDICE (continuação)

Nº da amostra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.F.	P ₂ O ₅
T42	48,86	2,90	13,43	14,02	0,00	4,09	8,28	3,40	1,24	(3,46)	0,54
T43	49,00	2,60	13,70	13,80	0,20	4,90	10,00	2,30	0,90	(1,70)	0,40
T44	49,00	3,80	14,36	14,13	0,19	3,83	7,83	2,79	1,80	(1,95)	0,64
T45	49,00	3,31	14,80	13,70	0,31	3,50	8,60	2,85	1,65	(2,00)	0,47
T46	49,00	5,00	14,40	13,90	0,20	4,50	8,90	2,30	1,60	(0,42)	0,19
T47	49,10	1,00	15,00	13,90	0,20	5,20	10,60	1,50	1,00	(1,60)	0,40
T48	49,10	2,70	13,29	17,05	0,00	5,66	9,11	0,73	0,97	(1,31)	—
T49	49,10	1,10	19,80	12,42	0,00	7,21	8,28	0,51	0,37	(1,32)	—
T50	49,20	3,30	11,87	15,00	0,18	4,31	9,36	3,02	1,47	(1,80)	0,43
T51	49,20	2,60	14,60	13,90	0,20	4,50	9,20	2,40	0,80	(2,00)	0,40
T52	49,20	2,60	14,70	13,20	0,40	4,20	10,00	2,40	0,70	(2,00)	0,40
T53	49,36	1,10	12,71	13,11	0,00	7,56	11,14	1,84	0,66	(1,95)	0,23
T54	49,50	2,53	12,12	15,37	0,17	5,02	9,40	3,62	0,33	(2,08)	0,29
T55	49,50	2,47	13,45	19,84	0,19	4,80	8,05	2,80	1,60	(1,20)	0,36
T57	49,60	3,70	14,65	14,42	0,19	3,88	7,07	2,74	1,38	(1,60)	0,45
T58	49,60	2,60	14,30	14,20	0,30	4,50	9,00	2,40	0,80	(2,10)	0,40
T59	49,60	3,00	13,97	13,60	0,18	3,35	8,26	3,35	1,49	(1,80)	0,43
T61	49,70	3,84	13,19	14,35	0,10	3,77	7,60	2,49	1,57	(2,85)	0,49
T62	49,70	2,70	15,70	12,80	0,20	4,20	9,30	2,20	0,80	(1,80)	0,40
T63	49,80	3,20	14,83	14,70	0,22	4,17	7,61	2,51	1,16	(1,06)	0,57
T64	49,80	4,20	13,80	13,10	0,24	2,85	7,95	2,85	2,10	(2,20)	0,59
T65	49,80	2,91	13,00	14,37	0,22	5,50	8,70	2,64	0,80	(2,20)	0,37
T66	49,80	2,70	13,60	13,80	0,17	4,29	8,68	2,60	1,37	(2,00)	0,45
T67	49,82	2,20	13,38	14,49	0,18	5,61	9,89	2,22	1,12	(2,29)	0,29
T68	49,90	3,64	12,12	17,10	0,19	3,86	7,66	2,61	1,42	(1,82)	0,34
T70	50,17	0,00	18,03	12,96	0,00	6,12	8,86	3,00	0,81	(1,02)	—
T71	50,20	3,90	11,73	15,90	0,20	2,75	8,54	2,79	1,50	(1,99)	0,57
T72	50,40	2,40	13,60	15,60	0,30	2,20	6,50	3,00	2,55	(2,00)	0,92
T73	50,60	2,90	13,00	14,90	0,20	3,74	7,22	2,98	1,83	(2,20)	0,33
T74	50,74	3,72	12,44	13,78	0,10	4,22	7,57	2,56	1,57	(2,77)	0,62
T75	50,86	1,52	14,00	14,00	0,15	6,03	10,04	2,29	0,76	(2,21)	0,20
T76	51,00	3,50	12,63	14,19	0,25	3,91	7,90	2,98	2,00	(1,50)	0,47
T77	51,43	1,13	14,62	11,07	0,15	6,56	10,59	2,26	1,29	(0,81)	—
T78	51,67	1,39	13,29	11,02	0,16	6,43	10,30	2,95	0,76	(2,74)	0,14
T79	51,85	0,00	13,50	16,43	0,00	5,49	8,80	3,10	0,91	(0,93)	—
T80	51,90	0,90	14,73	9,87	0,14	7,08	10,90	1,83	0,79	(1,84)	0,11
T81	52,02	1,46	15,49	10,02	0,13	6,54	10,87	1,78	0,69	(0,94)	0,14
T82	52,27	1,39	14,76	10,81	0,16	6,52	10,38	1,80	1,07	(1,57)	0,17
T83	52,28	1,64	12,53	15,50	0,22	4,06	7,64	2,04	2,55	(1,93)	0,19
T84	52,83	3,21	11,31	15,70	0,00	3,33	6,82	2,60	2,20	(1,40)	0,46
T85	53,55	0,00	15,54	15,79	0,00	5,79	6,71	1,41	1,96	(1,83)	—
T86	54,48	0,00	14,35	15,57	0,00	2,85	6,01	2,68	1,59	(2,79)	—
T87	55,00	1,80	13,50	11,90	0,00	4,40	7,00	2,50	1,90	(2,50)	—
T89	55,30	2,00	14,70	13,00	0,00	3,20	7,40	2,30	1,70	(0,70)	0,07
T90	55,47	1,78	12,55	13,63	0,19	3,48	6,79	2,82	3,04	(1,20)	0,25
T91	55,51	1,69	13,36	12,93	0,13	3,21	5,82	2,96	2,83	(1,63)	0,09
T92	55,60	1,89	12,72	13,51	0,12	2,77	6,32	3,11	1,82	(1,73)	0,25
T93	55,88	2,08	12,69	14,92	0,15	4,12	7,67	3,09	1,61	(1,53)	0,24
T94	56,41	1,46	13,41	12,99	0,11	2,86	6,48	2,45	2,57	(0,92)	0,28
T95	57,05	1,66	12,48	12,60	0,19	2,37	5,75	2,51	2,97	(2,12)	0,19
T96	57,05	1,76	13,17	13,11	0,14	2,06	6,15	2,10	2,91	(1,34)	0,10
T97	58,60	0,70	13,70	9,86	0,01	4,28	0,92	4,00	4,10	(2,70)	0,05
T98	60,70	0,60	15,55	7,10	0,01	3,83	0,97	3,63	4,30	(2,90)	0,05
T99	61,44	1,09	14,76	7,44	0,00	3,41	4,12	2,46	2,37	(3,34)	0,26
T100	65,00	1,00	13,30	6,00	0,00	1,50	4,30	2,90	3,30	(2,70)	0,20
T101	65,54	0,94	13,03	5,70	0,11	1,18	3,50	3,83	3,68	(3,04)	0,26
T102	66,41	0,92	13,23	5,47	0,16	0,92	2,95	2,94	3,45	(3,13)	0,27
T103	66,70	1,00	12,70	5,70	0,00	1,40	3,00	2,90	3,80	(5,10)	—
T104	68,00	0,94	12,73	5,78	0,11	0,94	2,81	2,99	4,52	(0,88)	0,25

* Teor em Fe-total expresso em termos de Fe₂O₃. No conjunto T, Fe-total igual a soma de FeO+Fe₂O₃.

(*) Apenas teor de água-total em lugar de P.F.

Conjunto N e S, amostras analisadas no "Centre de Recherches Petrographique et Géochimiques - CNRS", Nancy, França. Os elementos Al, Fe, Mn, Mg, Ti foram dosados por espectrografia fotoelétrica de emissão (quantometria); os elementos Na e K foram analisados por fotometria de chama e o Si por absorção atômica. Técnicas analíticas descritas por ROUBAULT et al., 1964, e GOVINDARAJU, 1968. Analista responsável: K. Govindaraju. Exceções: amostras N335 a N366 analisadas por métodos gravimétricos, excepto Na e K dosados por fotometria de chama, no Museu e Laboratório Mineralógico de Coimbra, Portugal. Analista: M. Judith Guimarães. Referências analíticas relativas ao conjunto T alinhadas acima em conjunto com os locais de ocorrência.