

Geoquímica de Maciços Graníticos da Região do Ribeira, Parte 1: Elementos Principais *

CELSO DE BARROS GOMES, MARCOS BERENHOLC, RAPHAEL HYPÓLITO
e JOSUÉ RABELO DE ARRUDA

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo e Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, SP

(Com 6 figuras no texto)

INTRODUÇÃO

A região da Ribeira tem merecido a atenção constante de numerosos pesquisadores, sejam nacionais ou estrangeiros, disso resultando uma extensa produção científica abordando os mais diversos aspectos de sua geologia. Nos últimos anos, a área compreendida entre os paralelos 24°00' e 25°00' e meridianos 48°00' e 49°30' W. Gr. foi objeto de levantamento geológico sistemático na escala de 1:200.000, correspondendo às folhas geológicas de Apiaí (MELCHER *et al.*, 1971), Capão Bonito (BETTENCOURT *et al.*, 1971), Cerro Azul (GOMES *et al.*, 1971 a), Eldorado (CORDANI *et al.*, 1971 b), Guapiara (CORDANI *et al.*, 1971 a) e Itararé (GOMES *et al.*, 1971 b). Com base nos resultados desse programa, foi elaborada uma síntese dos dados disponíveis sobre a geologia e petrologia das rochas metamórficas e graníticas associadas (MELCHER *et al.*, 1973), que se constitui na mais recente e completa contribuição à geologia do pré-cambriano da região. De certa forma, o presente trabalho representa uma extensão do anterior, considerando que grande parte das informações aqui apresentadas foi obtida no transcorrer daquele programa.

Como referido em MELCHER *et al.* (1973), a área em questão acha-se recortada por nu-

merosos corpos graníticos, com maior destaque, face à sua grande extensão, para os batólitos Três Córregos e satélites, Agudos Grandes, Itapeúna e Cunhaporanga. Além desses corpos maiores, foram também mapeados alguns maciços de dimensões intermediárias, correspondendo aos do Guaraú, Espírito Santo, Morro Grande, Aboboral, Itaoca, Mandira e Alto Turvo, bem como outros menores, constituindo pequenos *stocks*, e referentes às ocorrências de Varginha, Freguezia Velha, Barreiro, Rolado, Vila Branca, Epitácio Pessoa, Capuava, Apiaí e Campina do Veado. Alguns desses maciços, estendendo-se pelo Estado do Paraná, foram investigados preliminarmente por FUCK *et al.* (1967), principalmente quanto aos seus principais aspectos geológicos e petrográficos.

Em linhas gerais, dir-se-ia que esses maciços graníticos, à exceção talvez do de Itapeúna, apresentam características comuns de tardi ou pós-tectônicos. São predominantemente calco-alcalinos em sua composição, com os maciços de Guaraú e Mandira, que mostram afinidades alcalinas, representando as exceções mais significativas. Petrograficamente, podem ser enquadrados em três grupos distintos, a despeito das passagens transicionais de uma variedade a outra observadas dentro do mesmo corpo; o tipo porfiróide, cujo principal representante na área é o maciço Três Córregos, é o mais comum, seguido dos tipos

* Recebido em 5 de setembro de 1974; creditado por UMBERTO G. CORDANI.

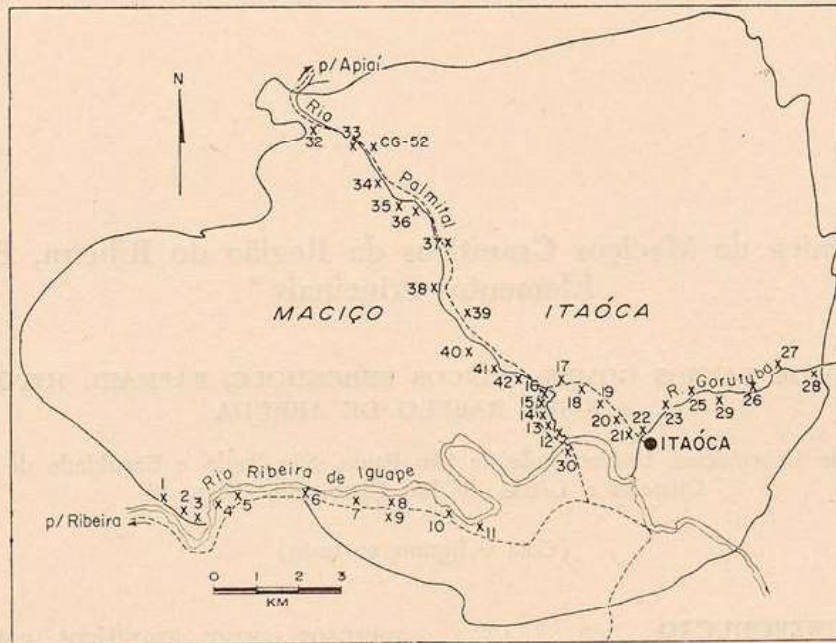


Fig. 1 — Mapa de localização das amostras do maciço de Itaóca.

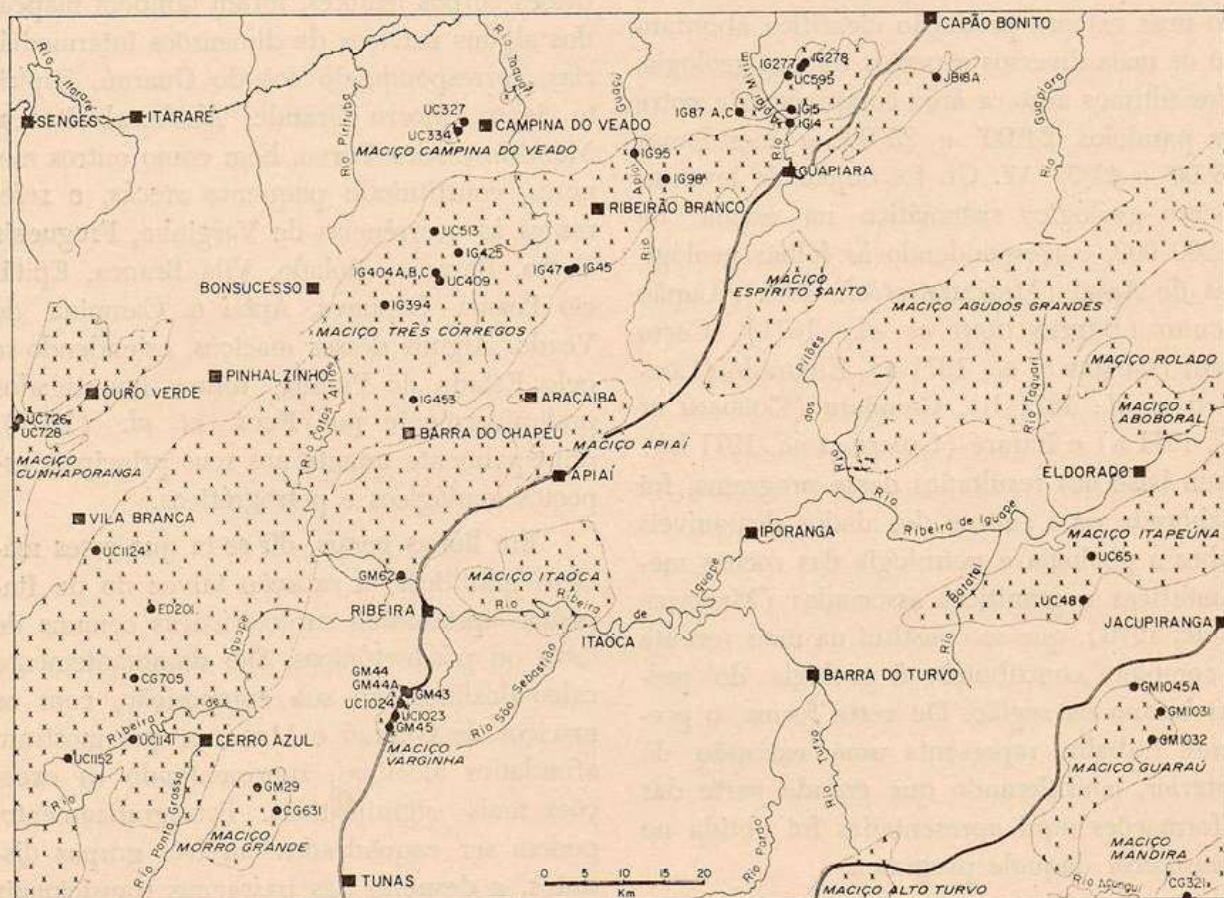


Fig. 2 — Mapa de localização das amostras dos maciços de Campina do Veado, Cunhaporanga, Guarau, Itapeúna, Mandira, Morro Grande, Três Córregos e Varginha. Geologia, simplificada, segundo Melcher *et al.* (1973), com a área em branco correspondendo às variedades metamórficas.

equigranular (Guaraú e Mandira principalmente) e migmatítico, Itapeúna.

Este programa teve por objetivo precípuo investigar o quimismo de alguns desses corpos graníticos, valendo-se principalmente de análises químicas completas de rochas para os elementos principais e alguns elementos traços. Consta de 85 análises, sendo que desse total 41 dizem respeito ao maciço Itaoca e 26 ao de Três Córregos. O presente artigo discute o comportamento dos elementos principais, principalmente dentro de um ponto de vista comparativo, procurando chamar a atenção para as feições químicas peculiares a cada maciço. Um segundo trabalho, reunindo os dados referentes a Cr, Nb, Ni, Sn, Cu, Zr, Sr, Pb, Ba e Rb deverá abordar o comportamento geoquímico desses elementos, bem como tecer considerações quanto à história petrológica dessas rochas.

A parte analítica foi inteiramente executada nos laboratórios do *Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo*. MARCOS BERENHOLC e JOSUÉ RABELO DE ARRUDA, empregando a técnica da fluorescência de raios X, foram os responsáveis pela obtenção do maior contingente de informações químicas, cabendo a RAPHAEL HYPÓLITO a determinação, por métodos químicos convencionais, dos teores de FeO, FeO₂O₃, H₂O⁺ e H₂O⁻, bem como de Na₂O pelo método da absorção atômica. A participação de JOSUÉ RABELO DE ARRUDA no programa, na oportunidade estudante do *Curso de Geologia da Universidade de São Paulo*, foi possível graças à concessão de uma bolsa de iniciação científica pela *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (Geologia 71/155).

Em vista da amostragem disponível, obtida para outros fins, foi dada maior ênfase na interpretação dos maciços de Três Córregos e Itaoca, para os quais foram calculados os valores para a composição química média (\bar{X}) e desvio padrão (S). Estes mesmos parâmetros foram também conseguidos para os maciços de Campina do Veado, Cunhaporanga, Guaraú, Morro Grande e Varginha. Tais valores são considerados significativos, a des-

peito do número pequeno de amostras, face à homogeneidade dos dados. Entretanto, generalizações não podem ser feitas para o maciço Mandira, do qual apenas uma amostra foi disponível, e para o Itapeúna em virtude das duas amostras terem se mostrado muito diferentes entre si.

A localização das amostras dentro do maciço Itaoca é dada na Figura 1, enquanto que a Figura 2 contém os locais de coleta para as rochas pertencentes aos demais corpos. A amostragem relativa ao primeiro corpo é a mesma usada por MORESCHI (1969) por ocasião de seu trabalho de prospecção geoquímica na área.

As análises químicas, bem como os valores normativos, estes calculados segundo a metodologia preconizada em AMARAL (1967), acham-se reunidos nas TABELAS I a VII.

A TABELA VIII contém os dados referentes à composição média para os elementos principais e normativa dos vários corpos investigados e rochas graníticas, adamellíticas e granodioríticas de NOCKOLDS (1954). Histogramas de composição relativos aos principais óxidos constam das Figuras 3 a 6.

GEOQUÍMICA

Face às razões restritivas já apontadas, julgou-se mais conveniente discutir mais intensamente, à luz de uma análise comparativa, os resultados coligidos para os maciços de Itaoca e Três Córregos. Contudo, como facilmente se depreende de um simples exame das tabelas e figuras, muitas das considerações extraídas dessa análise, podem ser perfeitamente extrapoladas para os corpos restantes.

MACIÇO ITAOCA: Este corpo, aflorando ao sul da cidade de Apiaí, possui forma irregular, tendendo levemente a ovalada, e contatos, seja concordantes, seja discordantes da estrutura regional. Acha-se inteiramente encaixado em metassedimentos regionais do Grupo Açungui, tendo a sua intrusão provocado localmente a formação de pequenas auréolas de contato. Junto à encaixante de natureza carboná-

TABELA I
Maciço Itaoa
Análises Químicas

% Peso	CG-52	JA-1	JA-2	JA-3	JA-4	JA-5	JA-6	JA-7	JA-8	JA-9	JA-10	JA-11	JA-12	JA-13	JA-14
SiO ₂	67,43	67,58	72,77	68,64	69,87	71,42	66,02	66,20	72,75	65,80	70,03	69,71	67,45	66,31	65,78
TiO ₂	0,54	0,58	0,20	0,40	0,45	0,39	0,60	0,67	0,22	0,65	0,38	0,50	0,53	0,69	0,67
Al ₂ O ₃	13,54	12,65	12,96	13,33	13,36	12,23	13,62	12,99	12,72	13,95	12,83	13,00	13,67	14,23	14,21
Fe ₂ O ₃	1,44	0,15	0,01	0,65	0,90	0,01	0,97	1,21	0,17	0,33	0,43	0,06	0,37	0,13	0,19
FeO	2,11	3,62	2,30	2,98	2,03	3,06	3,35	3,08	2,53	3,76	3,81	3,18	3,59	3,39	3,49
MnO	0,06	0,07	0,02	0,19	0,08	0,05	0,07	0,10	0,03	0,05	0,08	0,11	0,05	0,07	0,06
MgO	1,15	1,28	0,30	0,77	0,81	0,82	1,10	1,10	0,37	1,08	0,73	0,90	0,95	1,29	1,36
CaO	2,68	2,14	0,77	1,11	0,80	1,53	2,89	2,76	1,13	2,67	1,59	2,14	2,62	3,02	2,87
Na ₂ O	5,12	5,34	5,34	5,72	5,72	5,01	5,01	5,34	5,01	5,34	4,04	4,85	4,85	4,85	4,85
K ₂ O	4,48	4,99	4,55	4,70	4,96	3,48	5,00	4,97	4,34	4,96	5,04	4,54	4,63	4,48	5,06
P ₂ O ₅	0,24	0,26	0,07	0,13	0,16	0,16	0,32	0,30	0,05	0,27	0,14	0,16	0,22	0,33	0,28
H ₂ O ⁺	0,65	0,16	0,05	0,63	0,06	0,36	0,02	0,03	0,01	0,07	0,01	0,08	0,01	0,13	0,19
H ₂ O ⁻	0,11	0,65	0,47	0,66	0,59	1,23	0,62	0,92	0,45	0,57	0,77	0,56	0,60	0,60	0,53
TOTAL	99,55	99,67	99,80	99,91	99,79	99,75	99,59	99,67	99,78	99,50	99,88	99,79	99,54	99,52	99,54

Composição Normativa

Quartzo	14,21	14,12	22,00	14,65	16,36	22,56	10,66	11,09	22,18	8,56	20,16	17,07	13,73	12,52	9,93
Ortoclásio	26,98	29,60	27,05	27,95	29,45	20,96	29,75	29,59	25,82	29,42	30,28	27,02	27,60	26,60	30,07
Albita	46,34	39,65	43,70	45,05	43,30	45,87	45,12	41,87	44,09	47,02	36,88	43,87	43,93	44,00	43,80
Anortita	0,74	—	—	—	—	0,62	—	—	—	—	2,02	0,30	1,87	3,77	2,07
Metassilicato de sódio	—	2,35	1,27	1,32	1,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acmita	—	0,44	—	1,80	2,44	—	0,15	3,40	0,48	0,89	—	—	—	—	—
Wollastonita	4,43	3,96	1,38	1,88	1,20	2,42	4,93	4,73	2,13	4,61	2,03	3,74	3,92	3,06	4,16
Diopsídio	2,94	1,66	0,30	0,62	0,56	0,84	2,18	2,04	0,46	1,72	0,57	1,36	1,41	1,40	1,91
Ferrossilita	1,49	2,30	1,08	1,26	0,64	1,58	2,75	2,69	1,66	2,89	1,46	2,38	2,50	1,66	2,26
Hiperstênio	0,26	1,92	0,60	1,52	1,68	1,47	0,87	1,02	0,56	1,27	1,48	1,15	1,23	2,18	1,87
Ferrossilita	0,13	2,64	2,14	3,12	1,92	2,77	1,10	1,34	2,03	2,12	3,83	2,01	2,18	2,62	2,20
Magnetita	1,52	—	—	—	—	0,01	0,97	—	—	0,01	0,46	0,06	0,39	0,16	0,20
Ilmenita	0,76	0,78	0,34	0,56	0,66	0,55	0,84	0,94	0,31	0,91	0,54	0,70	0,74	1,00	0,94
Apatita	0,51	0,59	0,16	0,29	0,29	0,34	0,67	0,63	0,10	0,57	0,30	0,34	0,46	0,75	0,59

(Continua)

TABELA II
Maciço Itaoca
Análises Químicas

% Peso	(Continuação)													
	JA-15	JA-16	JA-17	JA-18	JA-19	JA-20	JA-21	JA-22	JA-23	JA-25	JA-26	JA-27	JA-28	JA-29
SiO ₂	65,84	64,43	69,57	72,33	70,73	64,17	64,57	69,75	65,10	65,29	66,84	66,93	67,33	64,93
TiO ₂	0,67	0,73	0,40	0,49	0,50	0,87	0,77	0,37	0,07	0,66	0,66	0,78	0,61	0,85
Al ₂ O ₃	12,89	13,97	13,18	14,06	12,77	13,81	13,92	12,83	14,30	14,18	13,40	13,51	13,14	14,20
Fe ₂ O ₃	0,75	0,18	0,30	0,62	0,33	0,98	1,33	1,69	0,88	1,09	0,62	0,47	1,15	1,91
FeO	3,53	4,22	2,67	0,99	2,49	4,11	3,35	2,98	3,71	3,61	3,36	5,45	2,88	3,72
MnO	0,06	0,07	0,07	0,01	0,09	0,07	0,09	0,04	0,08	0,07	0,07	0,09	0,07	0,06
MgO	1,43	1,32	1,09	0,18	0,90	1,48	1,46	0,66	1,35	1,11	1,33	1,47	1,39	0,85
CaO	3,11	3,02	1,71	0,22	1,80	3,26	3,04	1,39	2,83	3,07	2,67	2,71	2,47	2,47
Na ₂ O	4,85	4,85	5,12	4,72	4,45	4,58	4,85	4,58	4,31	4,31	4,58	1,35	4,58	4,31
K ₂ O	4,81	4,88	4,91	5,22	4,74	4,85	4,51	4,68	4,85	4,85	4,64	5,13	4,87	4,85
P ₂ O ₅	0,30	0,29	0,17	0,03	0,24	0,32	0,29	0,12	0,31	0,36	0,37	0,31	0,30	0,37
H ₂ O ⁺	0,39	0,58	0,01	0,16	0,02	0,27	0,60	0,01	0,01	0,01	0,29	0,60	0,19	0,40
H ₂ O ⁻	1,07	0,77	0,66	0,77	0,68	0,60	0,63	0,60	1,08	0,80	0,55	0,63	0,56	0,56
TOTAL	99,70	99,31	99,86	99,80	99,74	99,37	99,41	99,70	99,48	99,41	99,36	99,43	99,54	99,48

Composição Normativa

Quartzo	11,41	8,81	15,86	22,81	20,54	10,00	10,96	19,88	12,59	13,15	14,55	27,40	14,98	14,20
Ortoclásio	28,45	29,30	29,08	31,14	28,33	29,08	27,07	28,06	29,15	29,13	27,81	31,75	29,12	29,28
Albita	42,57	44,26	43,03	42,80	40,43	41,74	44,25	41,74	39,37	39,35	41,72	12,80	41,62	39,54
Anortita	—	1,97	—	0,90	0,88	2,84	2,94	0,64	5,44	5,11	2,33	12,10	0,92	5,19
Acmita	1,31	—	0,84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diopsídio	5,47	4,53	2,96	—	2,63	4,58	4,18	2,23	2,71	3,20	3,46	—	3,80	1,95
	2,58	1,81	1,33	—	1,17	2,16	2,29	0,84	1,25	1,38	1,66	—	2,16	0,80
Hiperstênio	2,89	2,73	1,63	—	1,45	2,42	1,89	1,38	1,46	1,81	1,80	—	1,64	1,14
	1,43	1,90	1,69	0,50	1,34	1,99	1,80	1,00	2,54	1,73	2,06	4,32	1,73	1,59
Magnetita	1,60	2,86	2,07	0,44	1,65	2,23	1,49	1,65	2,94	2,28	2,22	7,82	1,31	2,28
	0,31	0,19	—	0,65	0,35	1,04	1,41	1,79	0,94	1,16	0,66	0,51	1,22	2,04
Ilmenita	0,95	1,03	0,56	0,69	0,70	1,23	1,09	0,52	0,95	0,93	—	1,16	0,86	1,21
Corindon	—	—	—	0,35	—	—	—	—	—	—	—	1,69	—	—
Apatita	0,64	0,62	0,36	0,06	0,51	0,68	0,62	0,25	0,66	0,76	0,78	0,61	0,63	0,79

(Continua)

TABELA III
Mação Itioca
Análises Químicas

% Peso	(Continuação)													
	JA 30	JA 32	JA-33	JA3-4	JA-35	JA-36	JA-37	JA-38	JA-39	JA-40	JA-41	JA-42	\bar{X}	S
SiO ₂	66,23	68,33	72,15	66,79	65,78	66,08	64,50	65,87	63,72	75,37	67,66	65,72	67,65	8,84
TiO ₂	0,62	0,44	0,24	0,60	0,57	0,59	0,79	0,71	0,74	0,09	0,63	0,63	0,56	0,20
Al ₂ O ₃	13,57	12,98	11,96	13,73	14,45	14,15	13,80	13,50	13,91	12,13	13,07	13,71	13,42	0,62
Fe ₂ O ₃	1,08	0,77	0,96	1,14	1,91	1,61	1,08	2,01	1,97	0,18	0,68	1,23	0,83	0,59
FeO	3,49	2,78	1,81	2,63	2,82	3,14	4,03	2,73	3,48	2,16	3,62	3,35	3,16	0,80
MnO	0,05	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,09	0,08	0,01	0,05	0,05	0,07	0,03
MgO	1,17	0,95	0,52	1,32	0,91	1,12	1,39	1,49	1,50	0,09	1,27	1,01	1,04	0,37
CaO	2,86	2,34	5,20	2,72	2,58	2,92	3,17	3,26	3,22	0,54	2,56	3,09	2,42	0,90
Na ₂ O	4,31	4,31	3,24	4,31	4,30	4,31	4,58	4,36	4,30	4,04	4,58	4,85	4,62	0,71
K ₂ O	4,84	4,77	2,71	5,22	5,10	4,46	4,96	4,39	4,89	4,62	4,41	4,64	4,71	0,45
P ₂ O ₅	0,29	0,21	0,15	0,29	0,26	0,31	0,32	0,38	0,39	0,02	0,29	0,36	0,25	0,09
H ₂ O+	0,15	0,90	0,01	0,05	0,22	0,14	0,14	0,28	0,46	0,01	0,09	0,20	0,21	0,22
H ₂ O-	0,61	0,70	0,84	0,61	0,48	0,57	0,56	0,57	0,61	0,64	0,64	0,58	0,65	0,18
TOTAL	99,27	99,54	99,87	99,47	99,44	99,46	99,39	99,58	99,27	99,90	99,55	99,42	99,59	

Composição Normativa

Quartzo	14,54	18,20	31,99	14,35	14,24	15,66	10,23	15,84	11,60	29,71	16,08	12,31	
Ortoclássio	29,11	28,85	16,47	31,21	30,61	26,79	29,69	26,38	29,50	27,76	26,41	27,77	
Albíta	39,40	39,62	29,93	39,17	39,23	39,35	41,67	39,27	39,43	36,90	41,69	44,12	
Anortita	3,45	2,03	10,38	2,73	5,15	6,19	2,48	4,65	4,30	1,34	2,11	1,96	
Diopsídio	3,63	3,38	3,46	3,60	2,45	2,59	4,54	3,71	3,76	0,50	3,54	4,48	
	1,65	1,51	1,48	2,12	1,27	1,31	2,09	2,50	2,15	0,04	1,58	1,97	
Wollastonita	1,98	1,87	1,98	1,48	1,18	1,28	2,45	1,21	1,62	0,46	1,96	2,50	
	—	—	2,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Hiperstênio	1,64	1,17	—	1,56	1,28	1,83	1,80	1,68	1,82	0,22	1,97	0,85	
	1,96	1,46	—	1,09	1,19	1,79	2,11	0,81	1,36	2,70	2,44	1,08	
Magnetita	1,15	0,82	1,03	1,21	2,03	1,71	1,14	2,14	2,10	0,19	0,72	1,03	
	0,88	0,63	0,34	0,85	0,81	0,84	1,11	1,01	1,05	0,13	0,89	0,89	
Apatita	0,62	0,45	0,32	0,61	0,55	0,66	0,68	0,81	0,83	0,04	0,61	0,76	

\bar{X} = média aritmética S = desvio padrão.

TABELA IV
Maciço Três Córregos
Análises Químicas

% Peso	CG 705	ED 201	GM 62	IG 14	IG 15	IG 45	IG 47	IG 87A	IG 87C	IG 95	IG 98	IG 277	IG 278	IG 394
SiO ₂	65,53	60,14	68,36	68,88	74,24	70,84	69,39	66,80	68,80	69,86	69,43	69,80	65,20	71,99
TiO ₂	0,39	0,76	0,50	0,40	0,20	0,19	0,32	0,48	0,37	0,25	0,43	0,33	0,58	0,36
Al ₂ O ₃	14,42	15,49	13,09	14,27	12,27	14,33	13,95	14,50	13,78	14,32	14,66	13,02	13,86	13,46
Fe ₂ O ₃	1,49	1,95	1,65	1,02	0,59	0,38	0,69	1,36	0,82	1,36	0,57	0,51	0,77	0,25
FeO	1,63	2,98	2,38	1,50	1,42	1,10	1,65	1,66	1,32	1,03	1,34	1,91	4,10	1,78
MnO	0,06	0,07	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05	0,07	0,03	0,09	0,03	0,07	0,12	0,04
MgO	2,79	1,48	1,25	1,15	0,10	0,31	0,71	1,28	0,97	0,56	0,79	1,16	1,87	0,56
CaO	0,79	3,89	2,86	1,94	0,67	1,57	2,11	2,71	1,86	2,02	2,22	2,75	3,25	1,23
Na ₂ O	6,04	6,04	4,74	4,74	4,12	6,04	6,20	6,04	5,96	5,72	4,74	4,42	4,74	4,01
K ₂ O	5,56	5,71	3,85	4,32	5,38	4,18	3,76	3,81	3,98	2,78	4,45	3,79	4,42	5,50
F ₂ O ₅	0,18	0,28	0,22	0,13	0,03	0,09	0,16	0,16	0,13	0,11	0,13	0,12	0,23	0,10
H ₂ O+	0,65	0,67	0,79	0,64	0,76	0,52	0,15	0,01	0,45	1,33	0,23	0,43	0,50	0,01
H ₂ O-	0,08	0,11	0,10	0,68	0,07	0,11	0,35	0,58	0,10	0,20	0,60	0,30	0,18	0,57
TOTAL	99,61	99,57	99,86	99,73	99,89	99,71	99,49	99,46	99,57	99,69	99,62	99,81	99,82	99,88

Composição Normativa

Quartzo	6,38	18,48	18,26	18,26	26,54	15,77	13,95	10,77	14,26	20,34	18,33	20,96	10,44	22,22
Ortoclasio	32,69	23,02	25,83	25,83	32,30	24,60	22,15	22,45	23,67	16,62	26,49	22,66	26,26	32,81
Albita	45,65	43,08	43,08	43,08	35,75	53,32	53,77	54,10	52,05	51,99	42,89	40,17	42,80	36,63
Anortita	—	3,11	4,96	4,96	—	—	—	1,20	—	5,25	5,63	7,03	3,51	2,37
Nefelina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acmita	4,13	—	—	—	1,45	0,57	1,39	—	1,46	—	—	—	—	—
Diopsídio	4,24	3,92	1,57	1,57	1,27	2,24	3,76	4,47	3,37	1,67	1,85	2,39	4,48	1,25
Enstatita	2,17	2,50	1,15	1,15	0,16	0,85	1,83	3,43	2,23	1,24	1,22	1,40	2,23	0,52
Ferrossilita	2,07	1,42	0,42	0,42	1,11	1,39	1,92	1,04	1,14	0,43	0,63	0,99	2,25	0,73
Wollastonita	0,81	—	—	—	—	0,63	—	—	—	—	—	—	—	—
Hipersênio	—	0,99	2,06	2,06	0,12	—	0,12	0,09	0,46*	0,33	0,98	1,84	2,96	1,04
Enstatita	—	0,56	0,95	0,95	0,85	—	0,13	0,03	0,24	0,11	0,51	1,29	2,98	1,45
Ferrossilita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Olivina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnetita	—	1,75	1,08	1,08	0,08	0,18	0,20	1,42	0,31	1,44	0,60	0,54	0,81	0,26
Ilmenita	0,54	0,70	0,56	0,56	0,28	0,26	0,44	0,67	0,52	0,35	0,60	0,46	0,81	0,49
Apatita	0,37	0,45	0,27	0,27	0,06	0,19	0,33	0,33	0,27	0,23	0,27	0,25	0,48	0,21

(Continua)

TABELA V

Maciço Três Córregos
Análises Químicas

% Peso	Análises Químicas											(Continuação)		
	IG-404A	IG-404B	IG-404C	IG-425	IG-453	JB-18A	UC-409	UC-513	UC-595	UC-1141	UC-1141	UC-1152	\bar{X}	S
SiO ₂	69,70	68,83	73,55	72,95	66,43	68,55	71,30	72,58	62,25	61,09	65,35	67,01	68,42	8,97
TiO ₂	0,44	0,30	0,09	0,10	0,63	0,38	0,26	0,31	0,78	0,85	0,54	0,48	0,41	0,15
Al ₂ O ₃	14,28	14,88	13,44	13,50	13,79	13,75	13,60	12,71	14,80	14,04	14,46	14,02	14,01	0,55
Fe ₂ O ₃	0,70	0,34	0,16	0,43	1,37	1,24	0,93	0,82	1,20	1,10	0,93	0,74	0,90	0,36
FeO	1,28	1,19	0,63	0,69	2,06	1,77	1,28	1,42	4,33	4,14	2,31	2,06	1,88	0,78
MnO	0,04	0,04	0,01	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,13	0,13	0,06	0,06	0,06	0,02
MgO	0,67	0,59	0,19	0,11	2,07	0,79	0,67	0,34	1,64	1,96	1,14	1,38	0,94	0,44
CaO	2,10	1,35	1,06	0,78	2,69	2,39	1,76	1,41	4,08	4,98	3,07	3,07	2,33	0,82
Na ₂ O	5,34	4,56	4,42	5,01	4,74	5,34	4,42	3,75	5,01	5,34	6,25	5,06	5,13	0,57
K ₂ O	4,02	5,95	5,14	5,02	4,37	4,04	4,56	5,10	3,88	3,50	4,41	3,91	4,43	0,62
P ₂ O ₅	0,14	0,12	0,06	0,03	0,24	0,19	0,88	0,09	0,41	0,32	0,22	0,22	0,16	0,06
H ₂ O +	0,47	1,47	1,02	1,05	0,01	0,73	0,30	0,77	1,15	1,53	0,61	1,20	0,71	0,36
H ₂ O ⁻	0,50	0,07	0,03	0,15	1,06	0,52	0,58	0,60	0,15	0,05	0,15	0,10	0,32	0,20
TOTAL	99,68	99,69	99,80	99,86	99,52	99,74	99,79	99,94	99,81	99,63	99,50	99,51	99,70	

Composição Normativa

Quartzo	17,71	15,13	24,43	21,83	14,03	16,31	22,47	28,26	7,43	4,77	6,05	12,59		
Ortoclásio	23,89	35,56	30,72	29,92	26,08	24,11	27,27	30,59	23,19	20,92	25,95	21,45		
Albita	48,23	41,42	40,16	44,42	42,99	48,43	40,17	34,18	45,50	48,51	52,66	51,12		
Anortita	3,14	2,59	1,67	—	3,48	1,63	3,85	—	6,51	5,71	—	2,20		
Metassilicato de sódio	—	—	—	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—		
Anortita	—	—	—	0,77	—	—	—	—	—	—	2,58	—		
Wollastonita	2,57	1,36	1,29	1,20	3,37	3,64	1,78	—	4,50	6,87	5,50	4,97		
Diopsídio	1,70	0,77	0,53	0,31	2,08	2,20	1,14	—	2,14	3,69	2,85	3,01		
Enstatita	0,87	0,59	0,76	0,89	0,68	1,44	0,65	—	2,36	3,18	2,65	1,56		
Ferrossilita	—	—	0,01	0,29	—	—	—	—	—	—	—	—		
Wollastonita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Hiperstênio	0,16	0,08	—	—	3,09	0,01	0,73	0,95	2,44	1,79	0,28	0,82		
Enstatita	0,08	0,68	—	—	0,79	—	0,42	1,28	2,69	1,54	0,26	0,45		
Ferrossilita	0,74	0,36	0,17	0,16	1,45	1,31	0,98	0,87	1,27	1,16	—	0,78		
Magnetita	0,62	0,42	0,13	0,14	0,89	0,53	0,37	0,44	1,10	1,20	0,75	0,97		
Ilmenita	—	—	—	—	—	—	—	1,18	—	—	—	—		
Corindon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Apatita	0,29	0,25	0,13	0,63	0,51	0,40	0,17	2,31	0,87	0,68	0,46	0,46		

 \bar{X} = média aritmética; S = desvio padrão.

TABELA VI

% Peso	Maciço Campina do Veado			Maciço Cunhaporanga			Maciço Guaraú			Mandira Maciço				
	Análises Químicas													
	UC 327	UC 334	\bar{X}	S	UC 726	UC 728	\bar{X}	S	GM 1031		GM 1032	GM 1045	\bar{X}	S
SO ₂	77,62	74,14	75,88	2,46	70,28	67,23	68,75	2,46	76,48	73,64	77,05	75,72	1,83	76,90
TiO ₂	0,21	0,15	0,18	0,04	0,39	0,66	0,52	0,19	0,05	0,26	0,05	0,12	0,12	0,12
Al ₂ O ₃	11,47	12,44	11,95	0,69	13,90	14,32	14,11	0,30	11,84	11,78	11,89	11,84	0,08	11,14
F ₂ O ₃	0,16	0,43	0,29	0,19	0,90	1,20	1,05	0,21	0,12	0,91	0,03	0,35	0,48	0,18
FeO	0,73	0,75	0,74	0,01	1,10	2,32	1,71	0,86	0,92	1,09	0,75	0,92	0,17	1,28
MnO	0,03	0,06	0,04	0,02	0,03	0,07	0,05	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,01	0,03
MgO	0,16	0,07	0,11	0,06	0,54	1,28	0,91	0,52	0,02	0,23	0,02	0,09	0,12	0,02
CaO	0,30	0,90	0,60	0,42	1,66	2,86	2,26	0,85	0,39	0,86	0,35	0,53	0,28	0,40
Na ₂ O	3,21	4,56	3,88	0,96	5,72	4,12	4,92	1,12	5,01	4,74	4,85	4,87	0,14	4,12
K ₂ O	5,44	5,13	5,28	0,22	4,51	4,46	4,48	0,12	4,24	5,27	4,32	4,61	0,57	4,48
P ₂ O ₅	0,05	0,03	0,04	0,01	0,13	0,29	0,21	0,11	0,01	0,06	0,01	0,03	0,03	0,01
H ₂ O ⁺	0,01	1,22	0,61	0,86	0,02	0,49	0,25	0,32	0,54	0,89	0,05	0,49	0,47	0,23
H ₂ O ⁻	0,53	0,08	0,30	0,32	0,65	0,56	0,60	0,06	0,06	0,12	0,55	0,24	0,27	1,03
TOTAL	99,92	99,96	99,90		99,83	99,86	99,82		99,70	99,89	99,95	99,84		99,94

	Composição Normativa													
	UC 327	UC 334	\bar{X}	S	UC 726	UC 728	\bar{X}	S	GM 1031	GM 1032	GM 1045	\bar{X}	S	CG-321
Quartzo	35,00	26,05	30,76	15,97	17,84	30,59	26,29	33,71	29,40	31,55	38,00	27,08	27,08	27,08
Ortoclásio	32,79	30,76	31,55	26,61	26,74	25,29	31,55	38,00	31,55	31,55	38,00	31,55	38,00	31,55
Albita	29,41	38,15	33,58	49,16	37,54	39,96	33,50	35,13	33,50	33,50	25,65	35,13	35,13	35,13
Anortita	0,84	—	—	—	7,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metassilicato de sódio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Acmita	—	1,22	—	1,71	—	0,34	—	—	0,34	—	0,08	—	0,51	—
Wollastonita	0,14	1,26	—	2,50	1,98	0,75	1,50	—	0,75	0,66	0,66	—	0,79	—
Diopsídio	0,09	0,20	—	1,49	1,28	0,03	0,58	—	0,03	0,06	0,06	—	0,02	—
Enstatita	0,05	1,06	—	1,01	0,70	0,73	0,92	—	0,73	0,60	0,60	—	0,76	—
Ferrossilita	—	0,47	—	0,46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Wollastonita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hiperstênio	0,40	—	—	—	2,31	0,03	0,10	—	0,03	0,04	0,04	—	0,03	—
Enstatita	0,70	—	—	—	1,27	0,67	0,16	—	0,67	0,40	0,40	—	1,14	—
Ferrossilita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Magnetita	0,17	—	—	0,30	1,27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ilmenita	0,30	0,21	—	0,54	0,93	0,70	0,34	—	0,70	0,10	0,10	—	0,17	—
Apatita	0,11	0,64	—	0,27	0,61	0,02	0,16	—	0,02	0,16	0,16	—	0,02	—

 \bar{X} = média aritmética; S = desvio padrão.

TABELA VII

% Peso	Maciço Itapeúna			Maciço Morro Grande			Maciço Varginha							
	UC-48	UC-65	CG-631	GM-29	\bar{X}	S	GM-43	GM-44	GM-44A	GM-45	UC-1023	UC-1024	\bar{X}	S
SiO ₂	58,88	74,32	72,75	72,27	72,42	0,21	72,92	72,34	72,24	75,65	75,17	75,30	73,94	1,60
TiO ₂	1,20	0,08	0,48	0,24	0,36	0,17	0,27	0,26	0,23	0,05	0,05	0,18	0,17	0,10
Al ₂ O ₃	16,94	13,62	12,99	13,31	13,15	0,23	12,06	13,46	12,85	12,56	12,62	12,00	12,59	0,54
Fe ₂ O ₃	2,57	0,03	0,38	0,47	0,42	0,06	0,45	0,08	0,46	0,03	0,32	0,22	0,26	0,41
FeO	2,58	0,23	2,44	1,43	1,93	0,71	1,66	1,84	1,29	0,99	0,64	1,24	1,28	0,44
MnO	0,13	0,01	0,07	0,09	0,08	0,01	0,10	0,10	0,08	0,13	0,07	0,06	0,09	0,05
MgO	0,64	0,49	0,41	0,46	0,43	0,04	0,69	0,50	0,42	0,06	0,08	0,50	0,37	0,25
CaO	3,69	0,85	1,66	1,96	1,81	0,21	1,90	2,02	1,72	0,84	0,66	1,63	1,46	1,28
Na ₂ O	4,74	2,26	3,21	4,12	3,66	0,64	3,50	3,75	4,74	4,85	4,74	2,86	4,07	0,82
K ₂ O	6,06	7,44	4,74	4,35	4,54	0,28	4,33	4,51	4,37	4,40	4,84	4,58	4,50	0,19
P ₂ O ₅	0,23	0,02	0,13	0,11	0,12	0,01	0,11	0,11	0,09	0,02	0,01	0,08	0,07	0,04
H ₂ O ⁺	1,09	0,45	0,37	1,05	0,71	0,48	1,66	0,91	1,27	0,28	0,63	0,41	0,86	0,55
H ₂ O ⁻	0,55	0,11	0,63	0,08	0,35	0,39	0,29	0,06	0,17	0,16	0,15	0,53	0,33	0,17
TOTAL	99,30	99,91	99,88	99,94	100,98		99,94	99,94	99,93	100,02	99,98	99,59	99,89	

Análises Químicas

Composição Normativa

Quartzo	1,52	28,38	29,80	25,46	29,66	26,10	23,14	27,20	34,84
Ortocálcio	36,48	44,70	27,65	26,13	26,40	27,11	26,21	26,11	27,88
Albita	43,36	20,65	29,65	37,92	32,43	34,26	43,20	42,76	26,46
Anortita	7,18	4,25	7,65	5,06	4,55	6,69	0,89	—	6,57
Acnita	—	—	—	—	—	—	—	0,08	—
Wollastonita	2,55	—	—	1,64	1,77	1,11	2,68	1,62	0,49
Diopsídio	1,80	—	—	0,70	0,86	0,39	1,18	0,15	0,23
Ferrossilita	0,75	—	—	0,94	0,92	0,72	1,51	1,48	0,26
Wollastonita	1,42	—	—	—	—	—	0,19	—	—
Hiperstênio	—	1,36	1,14	0,57	1,11	1,02	—	0,02	1,20
Enstatita	—	0,22	2,36	0,76	1,19	1,91	—	0,20	1,40
Ferrossilita	2,74	—	0,43	0,50	0,49	0,08	0,49	—	0,24
Magnetita	1,70	0,12	0,68	0,34	0,39	0,37	0,32	0,07	0,26
Ilmenita	—	0,33	0,02	—	—	—	—	—	—
Corindon	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Apatita	0,49	—	0,29	0,23	0,24	0,23	0,19	0,04	0,17

 \bar{X} = média aritmética; S = desvio padrão.

TABELA VIII
Composição Química Média e Normativa de Rochas Graníticas

% Peso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	67,65	68,42	75,88	68,75	75,72	76,90	72,42	73,94	72,08	69,15	66,88
TiO ₂	0,56	0,41	0,18	0,52	0,12	0,12	0,36	0,17	0,37	0,56	0,57
Al ₂ O ₃	13,42	14,01	11,95	14,11	11,84	11,14	13,15	12,59	13,86	14,63	15,66
Fe ₂ O ₃	0,83	0,90	0,29	1,05	0,35	0,18	0,42	0,26	0,86	1,22	1,33
FeO	3,16	1,88	0,74	1,71	0,92	1,28	1,93	1,28	1,67	2,27	2,59
MnO	0,07	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,08	0,09	0,06	0,06	0,07
MgO	1,04	0,94	0,11	0,91	0,09	0,02	0,43	0,37	0,52	0,99	1,57
CaO	2,42	2,33	0,60	2,26	0,53	0,40	1,81	1,46	1,33	2,45	3,56
Na ₂ O	4,62	5,13	3,88	4,92	4,87	4,12	3,66	4,07	3,08	3,35	3,84
K ₂ O	4,71	4,43	5,28	4,48	4,61	4,48	4,54	4,50	5,46	4,58	3,07
P ₂ O ₅	0,25	0,16	0,04	0,21	0,03	0,01	0,12	0,07	0,18	0,20	0,21
H ₂ O	0,86	1,03	0,91	0,85	0,73	1,26	1,06	1,09	0,53	0,54	0,65
TOTAL	99,59	99,70	99,90	99,82	99,84	99,24	99,98	99,89	100,00	100,00	100,00
Quarzo	15,6	15,4	30,2	16,9	29,4	33,7	27,2	27,8	29,8	27,8	27,3
Ortoclásio	28,2	26,4	31,8	26,7	27,5	27,1	27,4	27,1	32,8	27,5	18,4
Albita	42,0	46,4	34,6	44,5	37,8	35,1	33,6	37,2	28,2	30,6	34,9
Anortita	2,0	2,1	—	3,2	—	—	6,2	2,9	2,6	11,0	16,5
Aenita	—	—	0,7	—	1,0	0,5	—	—	—	—	—
	3,4	3,4	1,1	2,7	1,0	0,8	0,9	1,6	—	—	—
	1,5	2,0	0,3	1,8	0,2	0,1	0,3	0,6	—	—	—
	1,9	1,4	0,8	0,9	0,8	0,7	0,6	1,0	—	—	—
	1,4	0,6	0,03	0,7	0,1	0,1	0,9	0,4	1,5	2,8	4,4
	1,8	0,4	0,08	0,4	0,5	1,1	1,8	0,8	1,6	2,0	2,4
	0,9	1,0	0,1	1,1	—	—	0,5	0,3	0,9	1,3	1,4
	0,8	0,6	0,3	0,7	0,2	0,2	0,5	0,2	0,5	0,8	0,8
	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	0,2	0,1
	0,5	0,3	0,1	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4
	41	26	2	2	3	1	2	6	72	121	137

1. Itaoca; 2. Três Córregos; 3. Campina do Veados; 4. Cunhaporanga; 5. Guatú; 6. Mandira; 7. Morro Grande; 8. Varginha; 9. Granitos calco alcalinos (Nockolds, 1954); 10. Adamellitós (Nockolds, 1954); 11. Grandioritos (Nockolds, 1954).

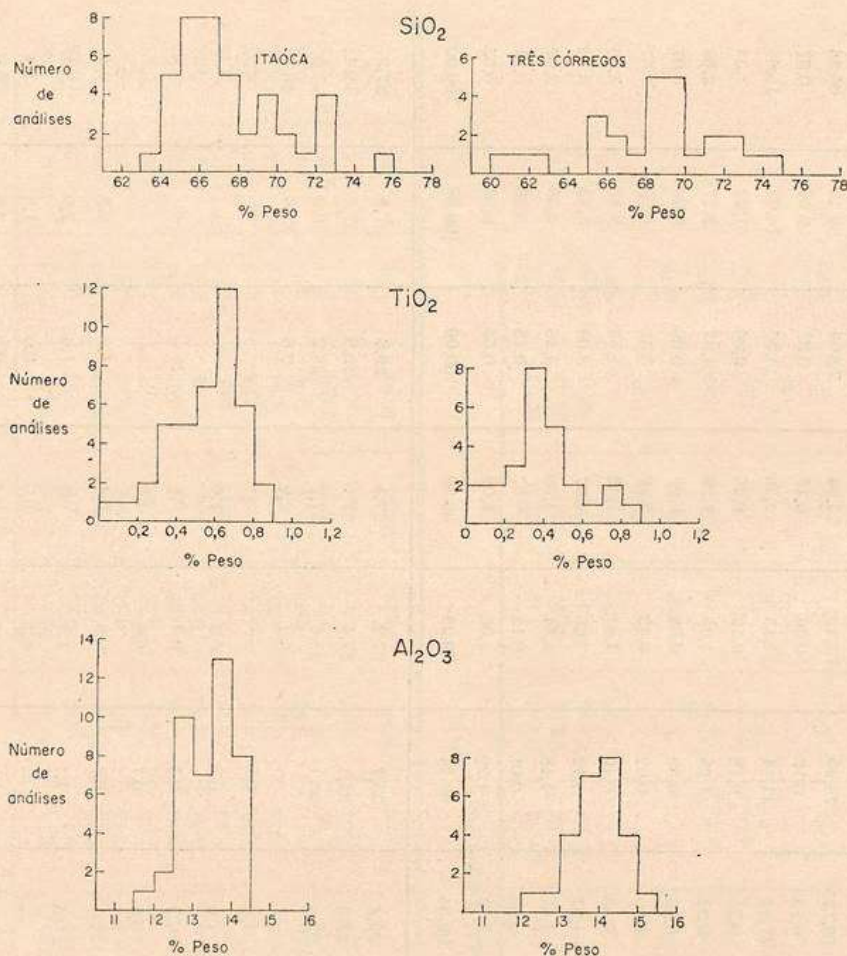


Fig. 3 — Histogramas de composição para SiO_2 , TiO_2 e Al_2O_3 de rochas graníticas.

tica, principalmente nas imediações da mina de Pannels, teve lugar o desenvolvimento de uma mineralogia rica em silicatos de cálcio e magnésio (MELCHER, 1968; MELCHER *et al.*, 1973) a caracterizar condições de metamorfismo compatíveis com a fácies hornblenda hornfels de TURNER (1968). Aparentemente a ação de contato do corpo de Itaoca foi menos efetiva junto aos metassedimentos argilosos (filitos) e praticamente ausente nas formações quartzosas.

Do ponto de vista textural, as amostras estudadas estão enquadradas dentro do tipo porfiróide, em virtude do desenvolvimento de cristais centimétricos de feldspato alcalino em meio a uma matriz fanerítica granular de dimensões submilimétrica a milimétrica. Sua mineralogia é marcada pela dominância total dos componentes sílicos, quartzo e feldspa-

tos, aparecendo a biotita como principal ferromagnésiano.

A análise dos dados normativos (TABELAS I a III) indica claramente que, excluída a amostra JA-27, todas as demais contêm maior quantidade de plagioclásio relativamente a feldspato alcalino. Este corresponde a 36-44% do total de feldspato da rocha em 38 amostras. Se for adotada a classificação modal de rochas ígneas proposta pela *Subcomissão da União Internacional de Ciências Geológicas* (IUGS, 1973), com as devidas concessões ao teor baixo em quartzo normativo de diversas rochas, ter-se-á então uma composição granítica para o maciço, conquanto a totalidade das amostras esteja colocada próxima ao campo de transição granito/granodiorito. Dessa forma, apenas duas amostras (JA-5 a JA-33), trazendo respectivamente 31

e 29% de feldspato alcalino para o total de feldspato da rocha, seriam efetivamente de natureza granodiorítica. O caráter supersaturado das rochas do maciço acha-se prontamente realçado pela presença constante de quartzo normativo, com teores extremos de 8,81 (JA-16) e 31,99 (JA-33). Algumas amostras, particularmente JA-1 e JA-4, são portadoras de alto teor em sódio, refletido sobretudo na presença do mineral normativo metassilicato de sódio. A presença adicional de acmita nessas amostras, ou mesmo isolada em várias outras, serve também para corroborar tal fato. É igualmente digna de reparo a con-

centração elevada em cálcio da amostra JA-33 (TABELA III), traduzida na alta porcentagem de anortita, assim como na presença de wolastonita como componente normativo.

MACIÇO TRÊS CÓRREGOS: Este corpo, de forma alongada e direção marcadamente NE-SW, dispõe-se, em traços gerais, concordantemente à estrutura regional. Ocupa grande parte da área da Figura 2, cortando-a quase que diagonalmente. Encontra-se inteiramente circundado por metassedimentos regionais do Grupo Açungui, tendo sido reconhecidos filitos, quartzitos e rochas de natureza carboná-

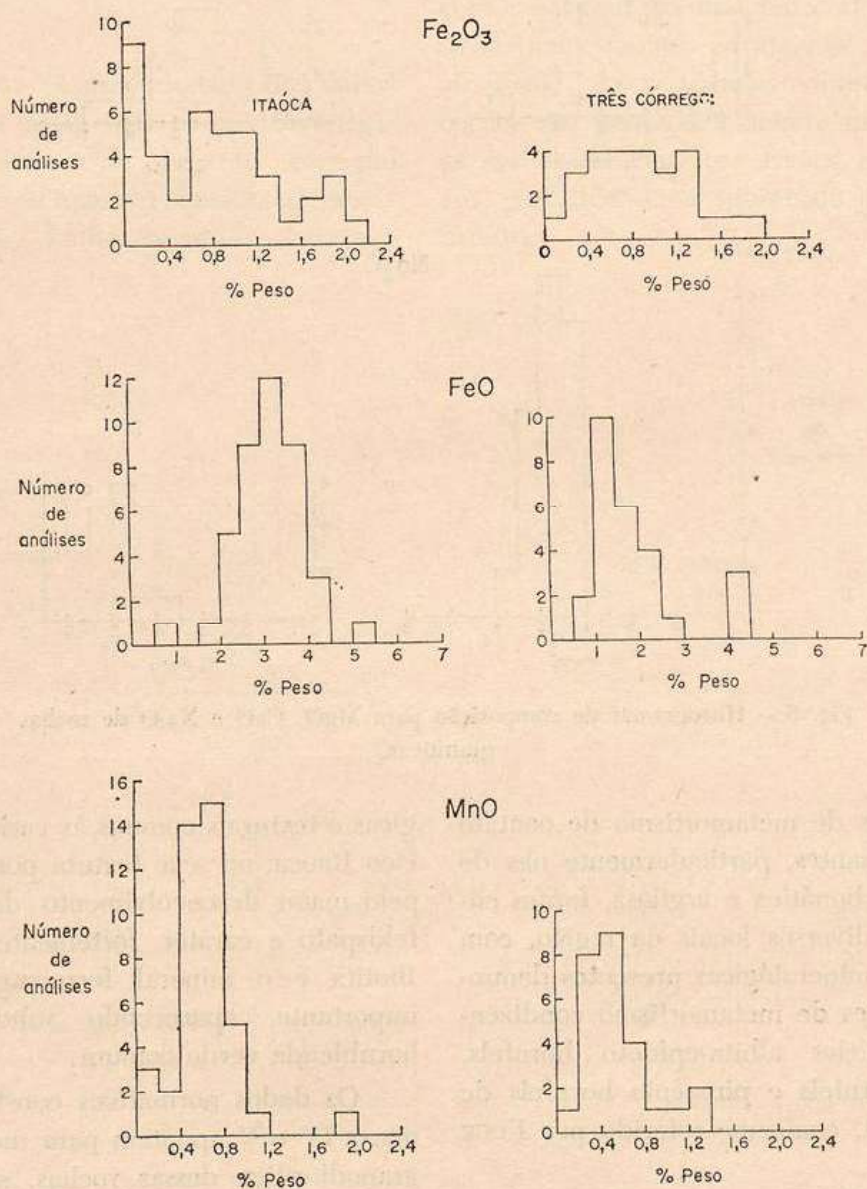


Fig. 4 — Histogramas de composição para Fe₂O₃, FeO e MnO de rochas graníticas.

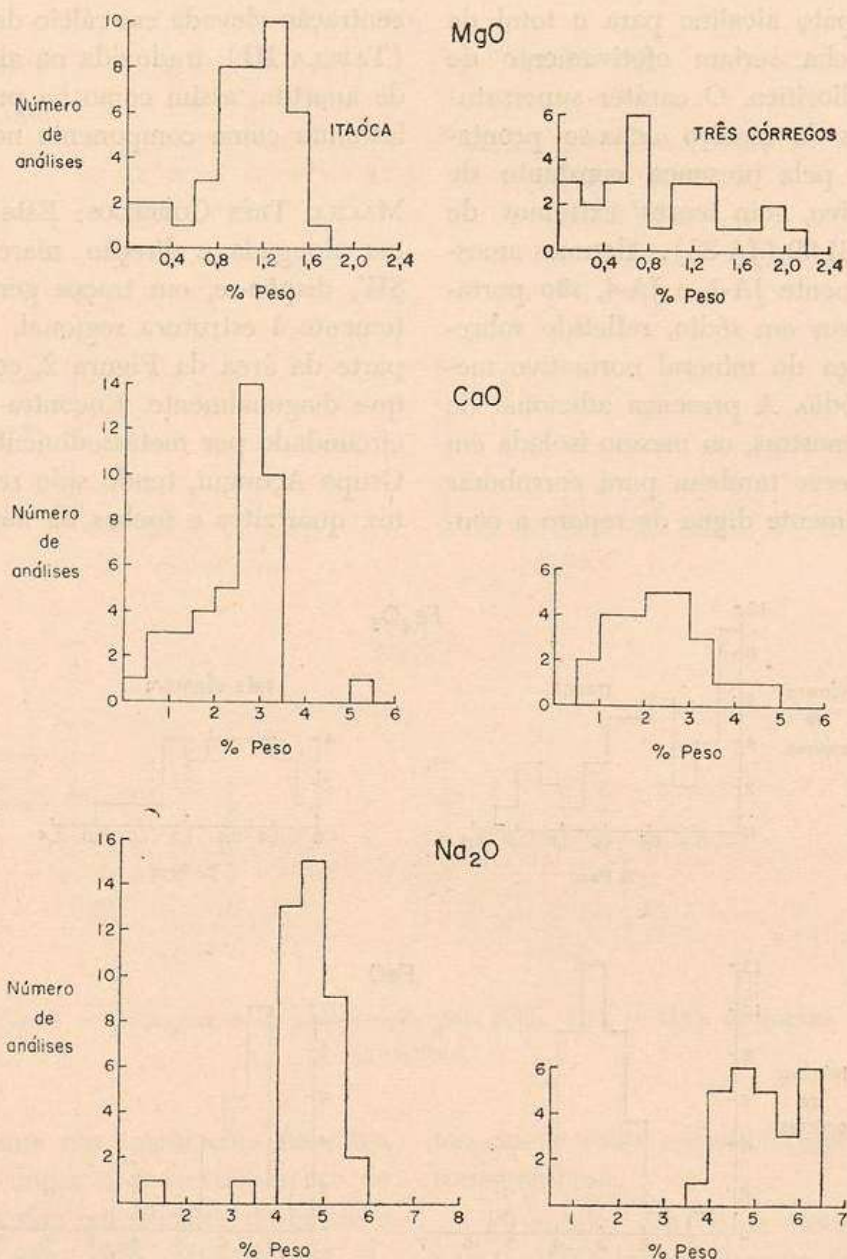


Fig. 5 — Histogramas de composição para MgO, CaO e Na₂O de rochas graníticas.

tica. Evidências de metamorfismo de contato junto às encaixantes, particularmente nas de composição carbonática e argilosa, foram encontradas em diversos locais da região, com as associações mineralógicas presentes denunciando condições de metamorfismo condizentes com as fácies albíta-epídoto hornfels, hornblenda hornfels e piroxênio hornfels de TURNER (1968), conforme referido por FÜCK *et al.* (1967).

As rochas do corpo de Três Córregos guardam as mesmas características mineraló-

gicas e texturais comuns às variedades do maço Itaóca, ou seja, textura porfiróide gerada pelo maior desenvolvimento dos cristais de feldspato e caráter fortemente leucocrático. Biotita é o mineral ferromagnésiano mais importante, aparecendo subordinadamente, hornblenda verde comum.

Os dados normativos constantes das TABELAS IV e V apontam para um caráter mais granodiorítico dessas rochas, se comparadas com as pertencentes ao corpo de Itaóca. Num total de 26 amostras investigadas, 15 possuem

valores normativos que permitem a sua inclusão dentro do campo dos granodioritos. Por outro lado, as 11 restantes mostram porcentagens de feldspato alcalino relativamente ao total de feldspato da rocha muito próximas ao campo de transição granito/granodiorito. À exceção da amostra ED-201, trazendo 5,08% de nefelina e 0,07% de olivina normativa, todas as demais são supersaturadas, com o teor máximo de quartzo atingindo 28,26% (UC-513). A exemplo do sucedido com algumas amostras do maciço Itaoca, observa-se também que diversas rochas são extremamente sódicas, fato este indicado pela presença dos componentes normativos metassilicato de sódio e acmita.

DEMAIS MACIÇOS: A precariedade dos dados disponíveis para os demais corpos investigados, excluído talvez o de Varginha, com um número razoável de análises considerada a sua área de exposição, limita em muito o alcance

das observações. Isto é particularmente válido para os grandes maciços, caso do Itapeúna, Guaraú, Mandira e Cunhaporanga. No geral, esses maciços possuem formas irregulares, por vezes alongadas segundo a direção da estrutura regional, e acham-se associados a metassedimentos regionais (filitos, quartzitos, calcários, mica xisto e gnaisses).

Como referido anteriormente, as rochas dos maciços de Guaraú e Mandira apresentam características petrográficas próprias, traduzidas na textura equigranular e na presença de ferromagnesianos sódicos, enquanto que as do corpo de Itapeúna constituem o único representante na área do tipo migmatítico, com passagem gradual em certos locais para os metassedimentos encaixantes (MELCHER *et al.*, 1973). As variedades comuns aos demais corpos são petrograficamente muito similares às rochas dos maciços Itaoca e Três Córregos, pontificando-se sobretudo a textura porfiróide.

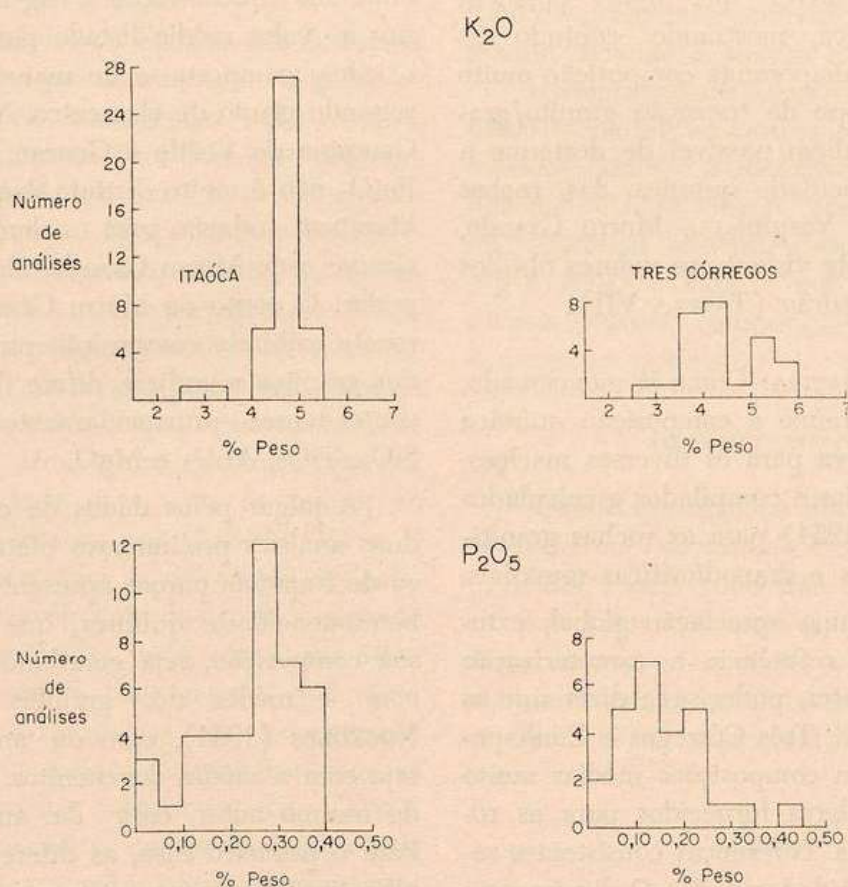


Fig. 6 — Histogramas de composição para K₂O e P₂O₅ de rochas graníticas.

Os dados normativos, que integram as TABELAS VI e VII, permitem concluir que as amostras dos maciços de Guaraú e Mandira exibem composição granítica, ao lado de um caráter ligeiramente mais sódico como sugerido pela presença dos componentes normativos acmita e metassilicato de sódio. Os minerais sílicos ocupam invariavelmente mais de 90% do volume das rochas, sendo igualmente elevado o seu grau de supersaturação, refletido na porcentagem de quartzo normativo.

As duas amostras de rochas do maciço de Itapeúna apresentam análises químicas muito diferentes entre si. Variações significativas foram registradas na composição normativa, como indicado pelas proporções de quartzo, plagioclásio e minerais ferromagnesianos, levando à caracterização petrográfica da variedade mais ácida como granito e da intermediária como monzonito.

Pouco há para ser dito quanto aos demais corpos, exceto talvez que todos possuem natureza granítica, mostrando contudo as amostras do Cunhaporanga composição muito próxima ao campo de transição granito/granodiorito. É também passível de destaque a grande homogeneidade química das rochas dos maciços de Varginha e Morro Grande, como prontamente visível nos valores obtidos para o desvio padrão (TABELA VII).

ANÁLISE COMPARATIVA: Como já mencionado, a TABELA VIII reúne a composição química média e normativa para os diversos maciços, bem como os valores compilados e calculados por NOCKOLDS (1954) para as rochas graníticas, adamellíticas e granodioríticas mundiais.

Dentro de uma apreciação global, e tomando-se como referência a caracterização química desse autor, poder-se-ia dizer que os maciços de Itaoca, Três Córregos e Cunhaporanga apresentam composições médias muito próximas aos valores fornecidos para as rochas adamellíticas. Diferenças consistentes referem-se às quantidades de Na_2O , ligeiramente superiores às aquelas referidas em NOCKOLDS (1954), e de SiO_2 e Ferro total. O teor desse

último é levemente menor junto aos corpos de Três Córregos e Cunhaporanga, e um pouco mais alto no de Itaoca; contudo, as razões $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ dão valores próximos ao obtido para os adamellitos para os dois primeiros maciços e bem maior para o último. As diferenças assinaladas acham-se refletidas principalmente na variação dos componentes normativos quartzo e albita, e, particularmente para o caso de Itaoca, no teor do membro ferrossilita do diopsídio e do hiperstênio.

Por outro lado, os maciços de Campina do Veado, Guaraú, Mandira e Varginha guardam maior correspondência com as rochas graníticas, observadas, no entanto, as pequenas discrepâncias dadas pelos teores mais altos em SiO_2 e Na_2O e mais baixos em TiO_2 , Al_2O_3 , Ferro total e K_2O . As variações no conteúdo dos álcalis podem também ser reconhecidas junto aos teores dos minerais normativos albita e ortoclásio. À exceção apenas dos maciços de Morro Grande e Varginha, onde sua concentração é ligeiramente superior ao valor médio listado por aquele autor, o cálcio comporta-se de maneira análoga ao segundo grupo de elementos. Nos maciços de Campina do Veado e Guaraú, a razão $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ não é muito distinta daquela citada na literatura, todavia, para os demais corpos, inclusive o de Morro Grande, ela é sempre superior. O corpo de Morro Grande, igualmente exibindo composição próxima à média dos granitos mundiais, difere dos demais por conter teores aproximadamente similares para SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 e MgO .

A julgar pelos dados de campo, e pelas duas análises preliminares efetuadas, o maciço de Itapeúna parece apresentar uma grande heterogeneidade química, que se reflete na sua composição, seja guardando semelhanças com a média dos granitos alcalinos de NOCKOLDS (1954), caso da amostra UC-65, seja com a média dos sienitos calco-alcalinos do mesmo autor, caso da amostra UC-48. Para o primeiro caso, as diferenças mais significativas residem no teor um pouco mais alto em K_2O e mais baixo em Na_2O da primeira amostra de Itapeúna relativamente à mé-

dia dos granitos mundiais. Para a amostra UC-48, no entanto, a diferença mais expressiva consiste no seu conteúdo mais baixo em MgO quando comparada com a média mundial para o segundo grupo de rochas daquele autor.

A fim de melhor visualizar as variações químicas encontradas nas rochas dos maciços de Itaoca e Três Córregos, os resultados obtidos (TABELAS I a V) foram colocados na forma de histogramas de composição para óxidos (Figs. 3 a 6). O exame desses dados permite de pronto realçar a grande heterogeneidade química das rochas de ambos os corpos, particularmente no tocante às concentrações de SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO, Na_2O e K_2O . Relativamente ao corpo de Itaoca, maiores dispersões estão presentes junto aos teores de SiO_2 e Fe_2O_3 , com os histogramas exibindo mais de uma moda. No que diz respeito ao maciço de Três Córregos, o mesmo foi observado junto às concentrações de SiO_2 , Fe_2O_3 , FeO, MgO, Na_2O , K_2O e P_2O_5 .

Comparando-se as Figuras 3 a 6, tem-se a impressão de que as amostras do primeiro corpo são mais homogêneas relativamente àquelas do maciço de Três Córregos, contudo, os valores calculados para o desvio-padrão demonstram que tal fato é apenas aparente. A análise dos histogramas possibilita, no entanto, notar que as rochas pertencentes ao corpo de Itaoca são ligeiramente mais ricas em TiO_2 , FeO e P_2O_5 e um pouco mais pobres em SiO_2 , Al_2O_3 e Na_2O que as homônimas do Três Córregos. Uma apreciação mais rigorosa, contudo, usando-se para tanto os valores do desvio-padrão listados nas Tabelas III e V permite observar que as diferenças assinaladas estão invariavelmente dentro do campo de variação desses óxidos, bem como que SiO_2 , Na_2O e K_2O são os componentes que apresentam menores flutuações na concentração dentro de cada maciço. Se confrontadas as composições médias constantes da TABELA VIII, verifica-se que as rochas do maciço Três Córregos tendem a exibir uma composição levemente mais granodiorítica que as do Itaoca, como sugerido pelas concentrações mais

altas em Al_2O_3 e Na_2O e mais baixa em K_2O , e também confirmado pelos teores dos minerais normativos quartzo, ortoclásio e albíta. No entanto, a julgar pela maior riqueza em TiO_2 , FeO e MgO, as rochas do Itaoca devem aparentemente conter maior quantidade de minerais ferromagnesianos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Usando como base de correlação as composições químicas médias de NOCKOLDS (1954) para granitos, adamellititos e granodioritos mundiais, poder-se-ia caracterizar as rochas dos maciços de Itaoca, Três Córregos e Cunhaporanga como sendo de natureza adamellítica e as rochas dos maciços de Campina do Veado, Guaraú, Mandira, Morro Grande e Varginha como de natureza marcadamente granítica.

Por outro lado, as rochas do maciço de Itapeúna parecem exibir maior heterogeneidade química visto que as duas amostras analisadas apresentam composição variável entre granito alcalino e sienito calco-alcalino.

Histogramas de composição para diversos óxidos demonstram também que as rochas dos maciços Itaoca e Três Córregos não são quimicamente homogêneas, particularmente no tocante às concentrações de SiO_2 , Fe_2O_3 , MgO, Na_2O e K_2O , e que, em geral, essas últimas possuem composição mais granodiorítica que as primeiras.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos à *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)* pela concessão de uma bolsa de estudos a um dos autores (J.R.A.), criando, dessa forma, as condições necessárias para a sua participação neste programa, bem como ao DR. U. G. CORDANI pela revisão do manuscrito.

RESUMO

Um total de 85 análises químicas completas é fornecido para as rochas dos maciços graníticos de Campina do Veado, Cunhaporanga, Guaraú, Itaoca,

Itapeúna, Mandira, Morro Grande e Varginha, situados no vale do rio Ribeira de Iguape. Desse total, 41 análises dizem respeito ao corpo de Itaoca e 26 ao de Três Córregos, com as demais se distribuindo pelos seis maciços restantes. Com base nesses dados, e nos correspondentes índices normativos, é feita uma análise comparativa, usando-se como referência os valores extraídos da literatura para rochas graníticas, adamellíticas e granodioríticas mundiais. Histogramas de composição relativos aos principais óxidos são também apresentados para as rochas dos corpos de Itaoca e Três Córregos.

As informações obtidas permitem caracterizar os maciços de Cunhaporanga, Itaoca e Três Córregos como adamellíticos e os corpos de Campina do Veado, Guaraú, Mandira, Morro Grande e Varginha como de natureza granítica.

Por outro lado, o maciço de Itapeúna parece exibir maior heterogeneidade química, com as duas amostras analisadas variando de composição entre granito alcalino e sienito calco-alcalino.

SUMMARY

A total of 85 chemical analyses is given for granitic rocks of the Campina do Veado, Guaraú, Itaoca, Itapeúna, Mandira, Morro Grande, and Varginha massifs, which are located at the Vale da Ribeira region. Most of the data, 41 and 26 analyses respectively, come from the Itaoca and Três Córregos bodies. All the values and the corresponding molecular norms are compared with chemical data from the literature for granitic, adamellitic, and granodioritic rocks. Histograms for some major oxides are also given for rocks of the Itaoca and Três Córregos intrusions.

Based on that comparative investigation, the Cunhaporanga, Itaoca, and Três Córregos massifs can be characterized as adamellitic, and the Campina do Veado, Guaraú, Mandira, Morro Grande, and Varginha ones as granitic.

On the other hand the Itapeúna body shows a more wider variation in chemical composition which ranges for the two analyzed samples from granitic to syenitic.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G., (1967), Programação FORTRAN para cálculo normativo em computador IBM 1620. XXI Congr. Bras. Geol., Bol. Paran. Geol., 26, 46-47.
- BETTENCOURT, J. S., FÚLFARO, V. J., GIRARDI, V. A. V. e PETRI, S., (1971), Geologia da Folha de Capão Bonito, SP. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 97.
- CORDANI, U. G., BITTENCOURT, I., BETTENCOURT, J. S., GOMES, C. B., LELLIS, H. S., MELCHER, G. C. e MELFI, A. J., (1971 a), Geologia da Folha de Guapiara, SP. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 95.
- CORDANI, U. G., GIRARDI, V. A. V., GOMES, C. B., LELLIS, H. S., MELCHER, G. C. e MELFI, A. J., (1971 b), Geologia da Folha de Eldorado, SP. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 103.
- FUCK, R. A., MARINI, O. J., e TREIN, E., (1967), Contribuição ao estudo das rochas graníticas do Estado do Paraná In Geologia do Pré-Devoniano e Intrusivas subsequentes da porção do Estado do Paraná. Bol. Paran. Geoc., 23 a 25, 182-219.
- GOMES, C. B., BITTENCOURT, I., CORDANI, U. G., DAMASCENO, E. C., LELLIS, H. S., MELCHER, G. C. e MELFI, A. J., (1971 a), Geologia da Folha de Cerro Azul, SP e PR. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 99.
- GOMES, C. B., BITTENCOURT, I., CORDANI, U. G., FÚLFARO, V. J., MELFI, A. J. e PETRI, S., (1971 b), Geologia da Folha de Itararé, SP e PR. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 93.
- IUGS, (1973), Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks Recommendations. N. Jb. Miner. Mh., H.4, 149-164.
- MELCHER, G. C., (1968), Contribuição ao conhecimento do Distrito Mineral do Ribeira de Iguapé, Estados de São Paulo e Paraná. Tese de Livre Docência, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (Inédito).
- MELCHER, G. C., CORDANI, U. G., DAMASCENO, E. C., GIRARDI, V. A. V., GOMES, C. B., LELLIS, H. S. e MELFI, A. J., (1971), Geologia da Folha de Apiaí, SP e PR. An. XXV Congr. Bras. Geol., 1, 101.
- MELCHER, G. C., GOMES, C. B., CORDANI, U. G., BETTENCOURT, J. S., DAMASCENO, E. C., GIRARDI, V. A. V. e MELFI, A. J., (1973), Geologia e Petrologia das Rochas Metamórficas e Graníticas Associadas do Vale do Rio Ribeira de Iguape, SP e PR. Rev. Bras. Geoc., 3, 97-123.
- MORESCHI, J. B. (1969), Ensaio da Aplicação da Prospecção Geoquímica para Chumbo no Granito Itaoca. Tese de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (Inédito).
- NOCKOLDS, S. R., (1954), Average chemical composition of some igneous rocks. Geol. Soc. Amer. Bull., 65, 1007-1032.
- TURNER, F. J., (1968), Metamorphic Petrology - Mineralogical and Field Aspects: McGraw Hill Book Co., New York.