

Aspectos Mineralógico-Petrográficos da Intrusão de José Fernandes, PR*

JOSÉ ALBERTO PIERUCETI e CELSO DE BARROS GOMES

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto e
Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

(Com 8 figuras no texto)

INTRODUÇÃO

A intrusão básica de José Fernandes situa-se no Estado do Paraná, aproximadamente no cruzamento do paralelo 24° 44' com o meridiano 48° 58', e dista cerca de 14 quilômetros da cidade de Ribeira.

Breves referências sobre esse corpo podem ser encontradas nos trabalhos de BARBOSA (1941), MORAES REGO e ALMEIDA (1946), BIGARELLA (1965), e mais recentemente MELCHER *et al.* (1971 e 1973).

PIERUCETI (1972, 1973 e 1974) descreve-o como sendo de forma irregular, pronunciadamente alongada para NE. Sua área de exposição é da ordem de 3 km² e tem como rocha encaixante metassedimentos pertencentes ao Gupo Açungui. Quartzitos, na forma de um corpo lenticular orientado para NE, são encontrados em toda a extensão do seu contato setentrional, enquanto filitos ocorrem junto às demais porções.

Esse autor, ainda, seguindo o sistema de classificação de rochas ígneas proposto por STRECKEISEN (1967), consegue reconhecer, junto a esse corpo, um grande número de variedades petrográficas (melassienito, monzonito, melamonzonito, leucomonzogabro, melamonzogabro, leucogabro, gabro e melagabro), que bem atestam o seu caráter fortemente diferenciado.

O presente trabalho tem por objetivo caracterizar sucintamente as rochas da intrusão de José Fernandes, suas principais feições mineralógicas e texturais, assim como tecer ligeiras considerações sobre a sua história petrológica. Face à impossibilidade de se contar com dados químicos, a discussão relativa à petrogênese dessas rochas baseou-se essencialmente em evidências mineralógico-petrográficas e informações de campo.

METODOLOGIA

Cerca de 40 lâminas, representativas das variedades petrográficas da intrusão, foram examinadas ao microscópio. Para o cálculo da análise modal, empregou-se o método do contador de pontos, descrito em CHAYES (1949), e um contador automático, *Swift Automatic Point Counter*.

A fim de facilitar a distinção dos vários feldspatos, recorreu-se à técnica de coloração pelo cobalto nitrito de sódio, sugerida por BAILEY e STEVENS (1960), e descrita em PENALVA e HENNIES (1971).

Para a determinação do teor de anortita do plagioclásio, utilizou-se o método da extinção de cristais com geminação combinada albíta-Carlsbad (KERR, 1959).

Os ângulos de extinção e 2V dos minerais, assim como $A_1 \wedge c$, das augitas, foram determinados com o auxílio de uma platina universal de marca *Carl Zeiss*. Aplicando-se 2V e $A_1 \wedge c$, avaliou-se a composição das augitas pelo método proposto por RÜEGG (1964).

* Recebido em 10 de março de 1975; credenciado por UMBERTO G. CORDANI.

Como mencionado anteriormente, na classificação e nomenclatura das rochas faneríticas, adotou-se o sistema de STRECKEISEN (1967). Dentro dos critérios de classificação, empregaram-se, ainda, os índices de Cor (I.C. = $100 - \% \text{ minerais fêlsicos}$), Saturação

$$(I.S. = \frac{Qz}{Pl + FdK + Qz} \times 100),$$

Feldspático

$$(I.F. = \frac{FdK}{Pl + FdK} \times 100)$$

e, finalmente, Piroxênico

$$(IPx = \frac{Px}{Px + Fd}),$$

este último proposto por WALKER (1957).

MINERALOGIA

Os minerais mais importantes das rochas de José Fernandes são feldspatos (plagioclásios e feldspato potássico), piroxênios, olivinas e biotita, aparecendo opacos e apatita como acessórios. Quartzo e anfibólios constituem os principais acidentais, enquanto que sericita, de ocorrência ampla, clorita e serpentina são os produtos de alteração mais comuns.

PLAGIOCLÁSIOS: Aparentemente todo o plagioclásio acha-se geminado segundo a lei da albita, conquanto também sejam comuns as geminações complexas do tipo albita-Carlsbad. Embora raros, foram igualmente reconhecidos cristais sem geminação. Zoneamento, do tipo normal, por vezes está presente, enquanto que indícios de sericitização são encontrados na quase totalidade dos grânulos. Mais raramente foram observados cristais de plagioclásio guardando relações de intercrescimento subofítico com piroxênio. O hábito dominante é o ripiforme.

A composição dos plagioclásios é variável, passando de andesina (An_{45}) a bytownita (An_{74}), e tendo labradorita como o membro mais comum. A frequência dos vários termos da série é mostrada na Figura 1.

FELDSPATO POTÁSSICO: Comumente, este mineral é xenomórfico, ocupando o espaço dei-

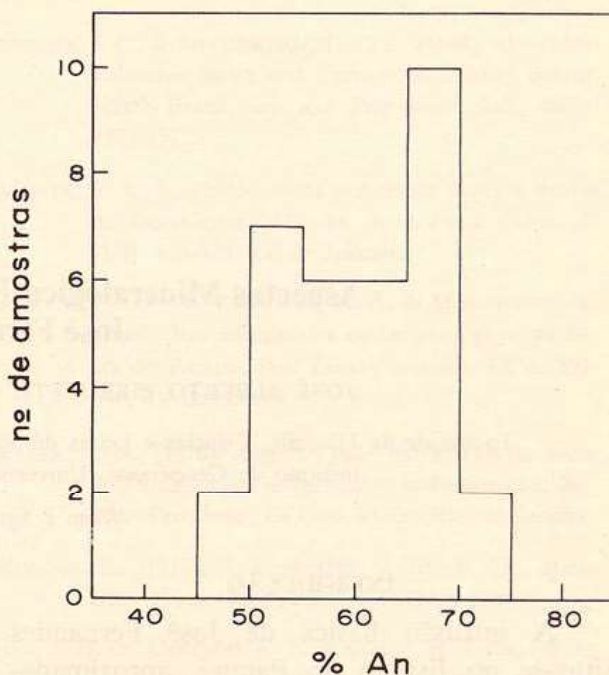


FIG. 1 — Histograma de composição para os plagioclásios das rochas de José Fernandes.

xado pelos demais, além de desprovido de geminação. Juntamente com o quartzo, representa a fase tardia de cristalização dessas rochas. A julgar por suas características ópticas, parece tratar-se de ortoclásio.

Nas rochas em que a razão feldspato/plagioclásio é alta, caso de alguns monzonitos, esse mineral ocorre intercrescido com o quartzo, formando, então, típica estrutura gráfica.

PIROXÊNIOS: Clinopiroxênios são os principais representantes do grupo, aparecendo apenas muito raramente os ortopiroxênios. Estes últimos, exibindo a forma de pequenos bastonetes, acham-se restritos à parte periférica de alguns cristais de olivina, originando, assim, uma típica coroa de reação.

Augita ($2V_z = 45-53^\circ$ e ângulo de extinção $Z \wedge c = 41-47^\circ$) e pigeonita ($2V_z = 25-33^\circ$ e $Z \wedge c = 35-40^\circ$) são as variedades de clinopiroxênios presentes, com a segunda ocorrendo subordinadamente.

Comumente os clinopiroxênios mostram tendência xenomórfica, com os cristais de pigeonita apresentando dimensões menores que os de augita. Estrutura zonada é uma feição não muito rara, o mesmo sucedendo com a geminação segundo (100).

TABELA I

Dados Ópticos e Composição dos Clinopiroxênios

AMOSTRA	$2V_z$	$A_1 \wedge c$	% Ca	% Mg	% Fe
18	49°	19°	40	37	23
22	49°	20°	39	35	26
2	53°	19°	43	29	28
29	46°	18°	38	44	18
31	49°	20°	39	35	26
11	49°	21°	38	31	31
1	52°	17°	42	39	19
32	45°	19°	38	41	21
13	49°	21°	38	31	31
41	47°	22°	37	30	33

Com o auxílio do método de Rüegg (1964), foi feita uma avaliação dos teores de cálcio, ferro e magnésio em 10 amostras de augitas. Os resultados obtidos, juntamente com os valores referentes aos ângulos dos eixos ópticos e de extinção $A_1 \wedge c$, constam da TABELA I. A projeção dos dados composicionais é vista na Figura 2, ao lado da curva de cristalização dos piroxênios de Skaergaard (BROWN, 1957; BROWN E VINCENT, 1963).

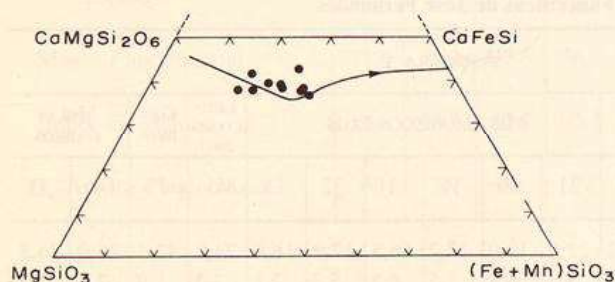


FIG. 2 — Diagrama ternário Ca:Mg:Fe para os clinopiroxênios das rochas de José Fernandes. Curva para os clinopiroxênios de Skaergaard extraída de BROWN (1975) e BROWN E VINCENT (1963).

OLIVINAS: Comumente apresentam formas equidimensionais, de contornos arredondados. Ocorrem, seja como fenocristais, seja como parte integrante da massa fundamental. Em geral, os cristais mostram indícios de alteração em serpentina e magnetita.

Associam-se intimamente aos piroxênios, formando bordas de reação com os ortopiroxênios, de ocorrência mais rara, ou então aparecem como inclusões no interior de cristais

de augita. A julgar pelas características ópticas a variedade presente situa-se dentro do campo da hortonolita de DEER *et al.* (1962).

BIOTITA: Este mineral forma coroas de reação em torno dos opacos, indicando nitidamente ter-se cristalizado a partir desses últimos. Exibe cor castanho avermelhada e caráter fortemente pleocróico.

ANFIBÓLITOS: Originam-se a partir dos piroxênios, sendo em geral encontrados na forma de coroas de reação em torno desses últimos. São xenomórficos, com pleocroísmo verde escuro em Z, e portadores de $2V_x = 60-70^\circ$ e $Z \wedge c = 22-25^\circ$. Essas características ópticas, associadas à paragênese da rocha, parecem indicar que a variedade presente é uma hornblenda comum. A sua presença acha-se quase que inteiramente restrita a alguns monzonitos.

OPACOS: Em geral são xenomórficos, mostrando-se por vezes digitiformes. Aparentemente sua formação se processou durante todo o transcorrer da cristalização do magma.

QUARTZO: Ao lado do feldspato potássico, representa a última fase de cristalização magmática. Apresenta-se límpido e invariavelmente xenomórfico. Em algumas amostras, associa-se intimamente ao feldspato alcalino, originando típica estrutura de intercrescimento.

APATITA: Os cristais são prismáticos, ocorrendo em geral como inclusões em outros minerais, principalmente no feldspato potássico.

MINERAIS DE ALTERAÇÃO: Sericita, clorita e serpentina são os produtos de alteração mais comuns. A sericita está presente na quase totalidade das amostras investigadas e provém da alteração dos plagioclásios. A clorita resulta principalmente da transformação dos piroxênios e da biotita. Por sua vez, a serpentina associa-se intimamente às olivinas.

PETROGRAFIA

A julgar por suas características texturais, as rochas da intrusão de José Fernandes enquadram-se em dois grandes grupos: fane-

TABELA IIa

Análises Modais das Rochas Faneríticas de José Fernandes

AMOSTRA MINERAL	AMOSTRA															
	ME LAS- SIE- NI- TO	MONZONITOS									MELAMONZONITOS				LEUCOMON- ZOGABROS	
		24	9	10	25	26	27	23	18	22	21	8	6	5	2	28
Plagioclásios	18,4	36,2	27,0	28,9	31,4	36,9	33,8	37,7	30,2	29,9	24,6	30,0	19,7	11,2	78,7	69,6
Feldspato Potássico	37,8	32,5	41,9	28,3	34,3	27,3	31,2	22,9	28,1	24,9	25,3	19,0	13,4	20,2	9,6	14,4
Piroxênios	30,8	11,3	16,4	10,5	14,9	20,2	22,3	27,2	24,5	30,7	33,1	29,9	55,0	46,7	3,3	3,0
Olivinas	2,1	—	—	—	0,2	4,3	4,0	2,6	7,1	3,0	7,4	7,5	4,9	13,8	2,2	1,7
Opacos	5,0	4,1	4,3	3,6	4,0	5,7	4,6	4,5	6,0	5,9	4,8	5,4	2,9	7,9	2,2	3,2
Biotita	2,3	5,4	5,0	5,4	6,9	2,5	3,0	3,9	4,0	4,2	3,7	6,7	3,5	—	3,2	5,3
Apatita	0,5	0,3	0,5	0,5	0,2	—	0,1	1,0	—	1,0	1,1	1,4	0,4	0,2	0,8	1,1
Anfibólio	—	6,0	2,5	9,2	5,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Quartzo	2,9	4,2	2,3	3,6	2,3	0,9	—	—	—	0,2	—	—	—	—	—	—
Clorita	0,2	—	—	—	—	2,2	1,0	0,2	—	0,2	—	—	0,1	—	—	1,7
Sericita	1,0	—	0,2	—	0,8	13,0	12,8	—	3,9	0,2	2,2	—	1,8	—	—	13,6
% An dos Plagioclásios	54	52	51	45	58	52	49	56	53	50	52	56	60	60	66	63
Índice de Saturação	4,9	5,8	3,2	5,1	3,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Índice Feldspático	67,3	47,3	60,8	57,0	52,2	42,5	48,0	37,8	48,2	45,4	50,7	38,8	40,5	64,3	10,9	17,1
Índice de Cor	40,9	27,1	28,8	29,2	32,0	34,9	35,0	39,4	41,7	45,0	50,1	51,0	66,9	68,6	11,7	16,0
Índice Piroxênico	35,4	14,1	19,2	13,5	18,5	23,9	25,5	31,0	29,6	35,9	39,9	37,9	62,4	59,8	3,6	3,4

TABELA IIb

Análises Modais das Rochas Faneríticas de José Fernandes

AMOSTRA		AMOSTRA														
		MONZOGABROS					MELAMONZOGABROS						LEU- COGA- BRO	GA- BRO	MELA- GABROS	
		29	7	34	3	35	31	40	11	1	32	13	41	17	4	33
MINERAL																
Plagioclásios	44,8	38,7	42,5	33,0	31,2	22,8	19,0	17,7	16,5	12,9	16,0	74,0	42,5	28,0	26,3	
Feldspato Potássico	14,8	19,3	12,1	14,9	15,7	3,8	6,9	3,5	4,5	5,7	2,1	3,0	1,9	2,7	2,3	
Piroxênios	22,6	25,8	24,8	26,1	34,6	60,1	52,4	58,4	56,2	59,2	64,7	14,1	44,5	55,4	44,4	
Olivinas	9,7	5,3	12,6	15,6	7,7	6,1	13,5	9,6	0,4	12,0	8,0	3,2	5,1	11,7	18,2	
Opacos	4,6	5,4	4,2	3,8	4,7	3,6	6,4	6,1	8,1	8,3	3,4	5,1	4,8	1,4	3,3	
Biotita	2,7	4,9	3,0	5,6	4,3	3,4	1,8	4,3	14,0	1,8	5,3	0,5	1,2	0,8	5,5	
Apatita	0,7	0,6	0,8	1,1	1,8	0,2	tr	0,3	0,4	0,1	0,5	—	—	tr	—	
Anfibólio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Quartzo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Clorita	0,1	—	0,1	—	—	—	—	0,1	—	—	—	—	—	—	—	
Sericita	0,6	5,1	—	3,7	1,0	0,1	1,2	0,2	1,0	0,5	0,1	0,1	0,8	0,5	2,0	
% An dos Plagioclásios	72	66	66	61	66	68	64	66	64	62	68	69	67	74	66	
Índice de Saturação	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Índice Feldspático	24,8	33,3	22,2	31,1	33,5	14,3	26,6	16,5	21,4	30,6	11,6	3,9	4,3	8,8	8,0	
Índice de Cor	40,4	42,0	45,4	52,1	53,1	73,4	74,1	78,8	79,0	81,4	81,9	23,0	55,6	69,3	7,14	
Índice Piroxênico	28,7	30,8	31,2	35,3	42,5	69,3	66,9	73,4	72,8	76,1	79,1	15,5	50,1	64,3	60,8	

ríticas e afaníticas. Análises modais de 31 amostras de rochas faneríticas, juntamente com os valores para os índices de saturação, feldspático, cor e piroxênico, além da % de An dos plagioclásios, são fornecidas nas TABELAS IIA e IIB. Por outro lado, análises modais de 4 amostras de variedades afaníticas, porfiríticas, estão contidas na TABELA III.

As TABELAS IIA e IIB estão organizadas em ordem decrescente do índice feldspático para os diferentes grupos litológicos. Por sua vez, dentro de cada grupo, a ordenação é feita com base no índice de cor.

TABELA III

Análises Modais das Rochas Afaníticas de José Fernandes
Basaltos Porfíricos

MINERAL	AMOSTRA			
	12	16	14	15
Fenocrístais				
Plagioclásios	24,8	22,7	7,7	1,8
Piroxênios	3,0	5,9	12,5	36,8
Olivina	0,2	0,1	1,5	1,0
Opacos	0,4	2,0	0,3	2,2
Biotita	—	—	0,3	1,5
Massa Fundamental	71,6	69,3	77,6	56,7
Índice Piroxênico	10,8	20,6	61,8	95,3
% An dos Plagioclásios	60	58	66	72

As variedades faneríticas, de granulação média — com o tamanho médio dos grânulos compreendido entre 1,5 e 3,00 mm — e caráter intergranular, ocasionalmente de tendência subofítica, estão presentes em toda a extensão do corpo, representando, assim, o tipo textural mais freqüente. Mais raramente exibem caráter porfirítico, quando então os fenocrístais de piroxênios chegam a atingir dimensões da ordem de 2 a 3 cm. Por sua vez, as variedades afaníticas ocorrem também espalhadas pelo interior do corpo, aparentemente mostrando uma maior concentração

junto às suas porções periféricas. Em geral, formam pequenos diques, cortando os tipos plutônicos. Sua granulação média situa-se em torno de 0,03 mm, com os fenocrístais variando em dimensões de 0,3 a 2,0 mm.

Por vezes, as rochas mais leucocráticas apresentam uma orientação conspícua, causada, seja pela orientação subparalela dos cristais de plagioclásio, seja pela segregação dos minerais ferromagnesianos em leitos subparalelos. Aparentemente, tais rochas, ocorrendo na forma de pequenos diques ou apófises, são intrusivas nas variedades mais escuras.

Os dados constantes das tabelas acima permitem concluir que monzonitos e gabros, com gradações entre si, representam as variedades mais comuns junto à litologia plutônica. As variedades de granulação fina, face às maiores dificuldades de estabelecimento de sua composição mineralógica, e a natureza basáltica de algumas amostras, foram genericamente classificadas como basaltos. O caráter porfirítico é uma feição constante dessas rochas, ocorrendo piroxênios e plagioclásios, quase que invariavelmente, como principais fenocrístais.

Histogramas de composição mineralógica para as variedades plutônicas (Fig. 3) evidenciam claramente que plagioclásios, feldspato potássico e piroxênios são os minerais mais abundantes dessas rochas, estando presentes em todas as amostras analisadas.

Além da litologia mencionada acima, foram também reconhecidas, junto à borda SW da intrusão, algumas rochas mostrando textura variável de granoblástica a porfiroblástica, e tendo hornblenda verde e feldspato alterado como principais constituintes. Segundo PIÉ-RUCETI (1973), essas rochas guardam similaridades mineralógico-texturais com anfíbolitos.

Com o propósito de correlacionar as variedades faneríticas da intrusão, foram elaborados diagramas de variação reunindo o índice feldspático com outras características petrográficas, a saber: porcentagem volumé-

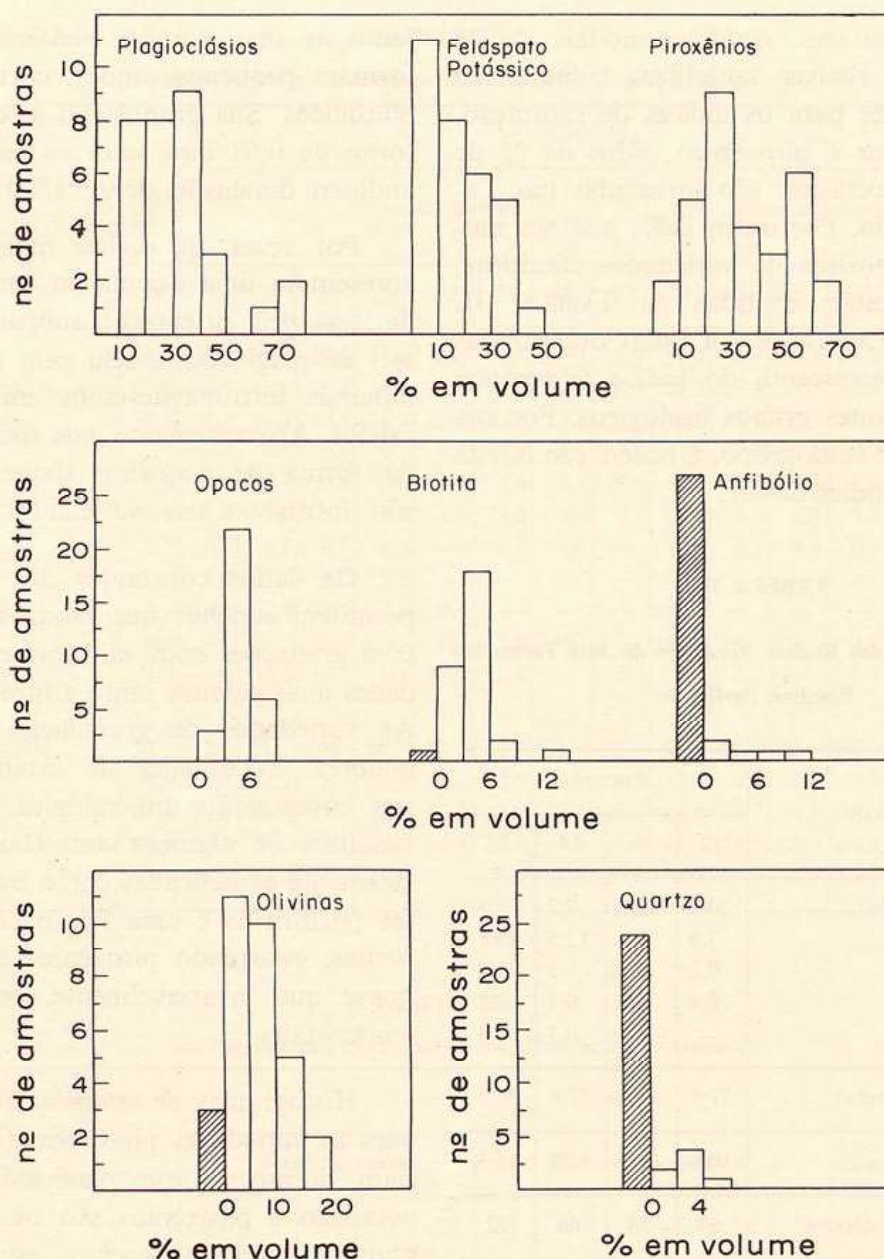


FIG. 3 — Histogramas de composição mineralógica para as variedades plutônicas de José Fernandes (representação em hachuras para as amostras desprovidas do correspondente mineral).

trica dos minerais (Fig. 4), índices de cor e piroxênico (Fig. 5) e % An dos plagioclásios (Fig. 6). Como medida de simplificação, a única amostra de melassienito identificada foi incluída entre os melamonzonitos, enquanto que as variedades leucocráticas encontram-se todas representadas com a mesma simbologia (leucogabro e leucomonzogabros).

O gráfico da Figura 4, a despeito da dispersão de pontos, particularmente no que

concerne à distribuição dos piroxênios*, permite reconhecer que os principais componentes mineralógicos dessas rochas ocupam campos bem definidos para as variedades leucocráticas, mesocráticas e melanocráticas. Nas mesocráticas, o conteúdo em plagioclásios tende nitidamente a diminuir com o aumento

* Dispersão maior foi observada por PIERUCETI (1973, Fig. 11) junto aos minerais olivinas, opacos, biotita, anfibólios e quartzo.

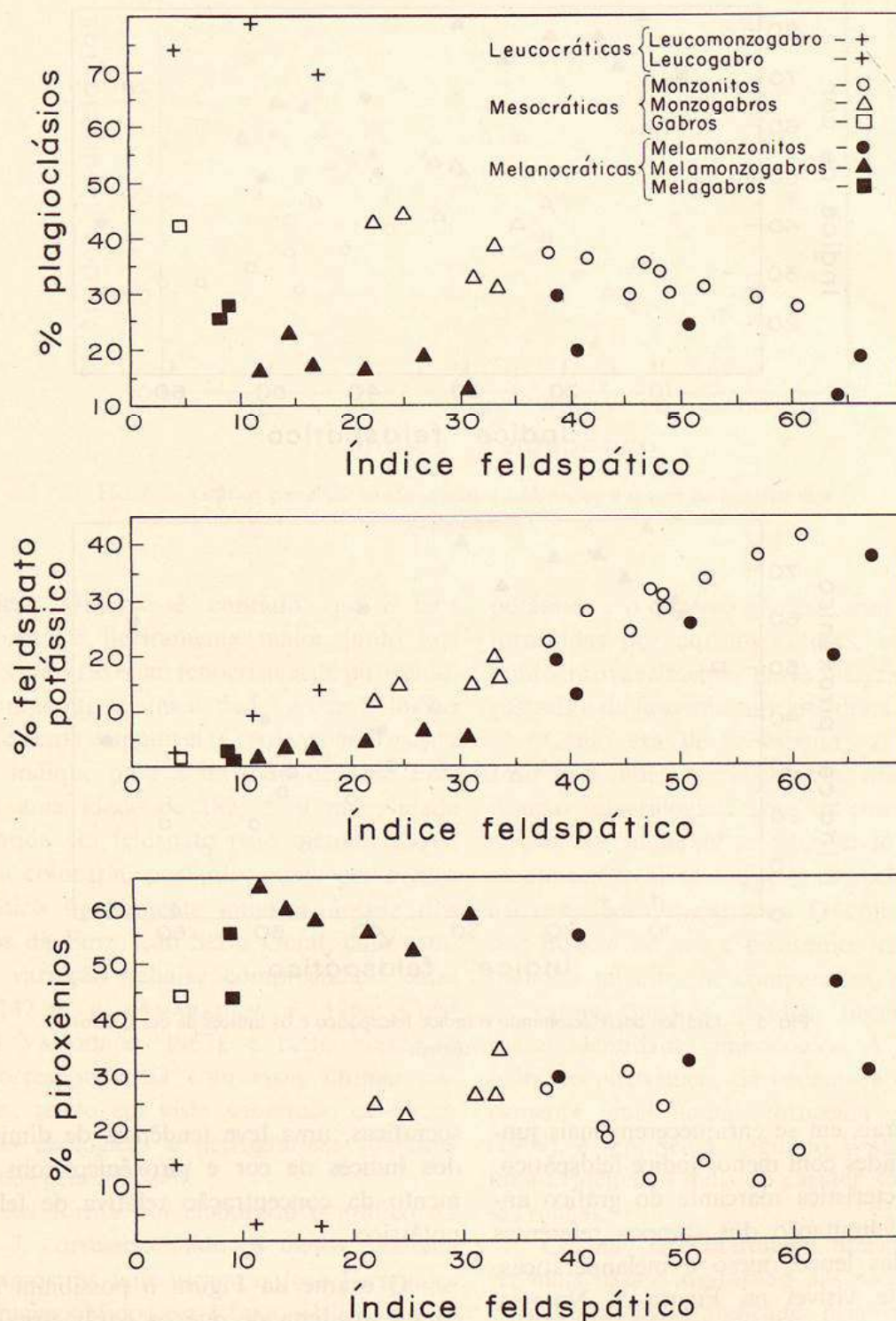


FIG. 4 — Gráfico correlacionando o índice feldspático e as porcentagens modais de plagioclásios, feldspato potássico e piroxênios.

do índice feldspático, tendência essa não muito evidente junto às variedades melanocráticas.

Por outro lado, o comportamento do feldspato potássico é ditado, sem exceção,

por um aumento progressivo concomitante-mente à elevação do índice feldspático. Para os piroxênios, se analisado o gráfico como um todo, esboça-se ligeiramente uma tendência

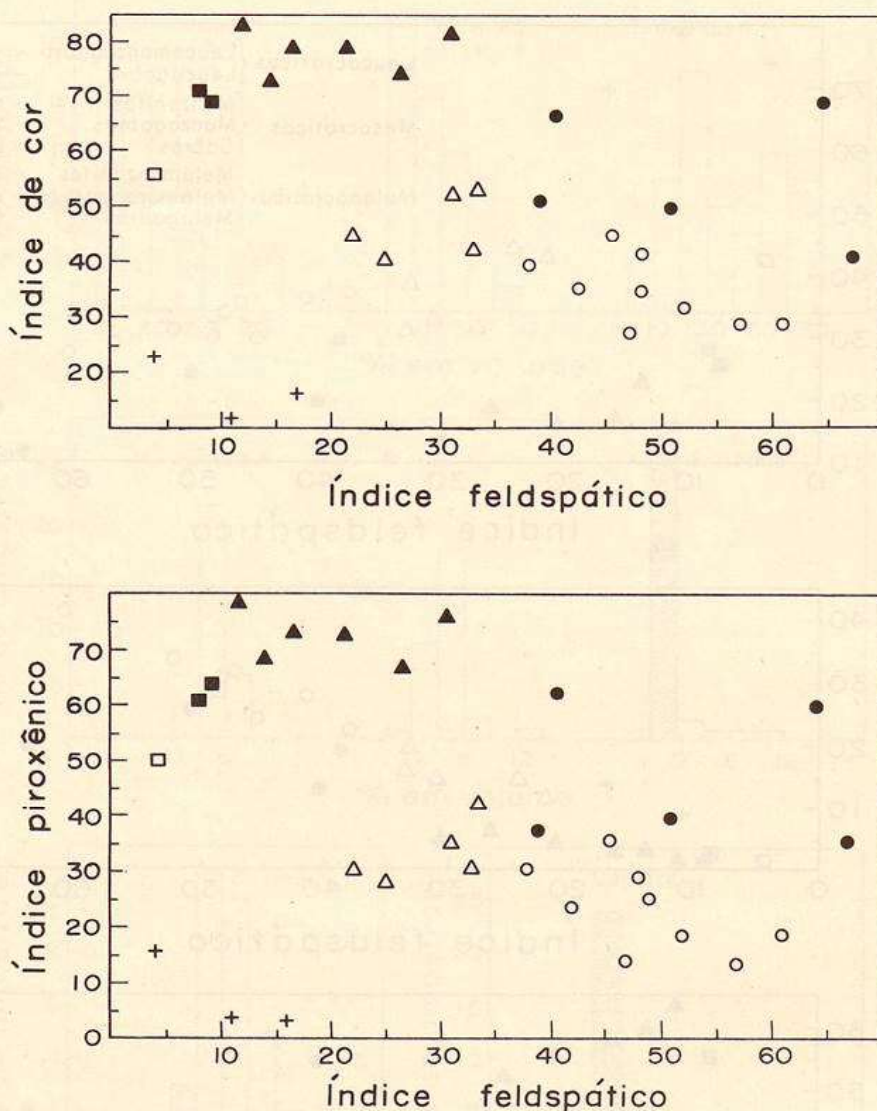


FIG. 5 — Gráfico correlacionando o índice feldspático e os índices de cor e piroxênico.

desses minerais em se enriquecerem mais junto às variedades com menor índice feldspático.

A característica marcante do gráfico anterior, de delimitação dos campos referentes às variedades leuco, meso e melanocráticas, é igualmente visível na Figura 5. Nota-se, também, que os gráficos para os índices de cor e piroxênico guardam estreitas semelhanças, a indicar que o primeiro parâmetro nada mais é do que uma expressão direta do conteúdo em piroxênios dessas rochas. Configura-se, ainda, nesses gráficos, uma vez atingido os máximos de aproximadamente 20 e 35 para os valores do índice feldspático, respectivamente, para o grupo das melanocráticas e me-

socráticas, uma leve tendência de diminuição dos índices de cor e piroxênico com o aumento da concentração relativa de feldspato potássico.

O exame da Figura 6 possibilita a conclusão imediata de que os parâmetros % An dos plagioclásios e índice feldspático guardam entre si uma relação inversa. Por outro lado, não se observou qualquer correspondência entre o teor de anortita e o índice de cor das rochas (PIERUCETI, 1973).

Nas rochas afaníticas, os fenocristais de plagioclásio possuem composição semelhante àquela exibida pelos cristais das variedades

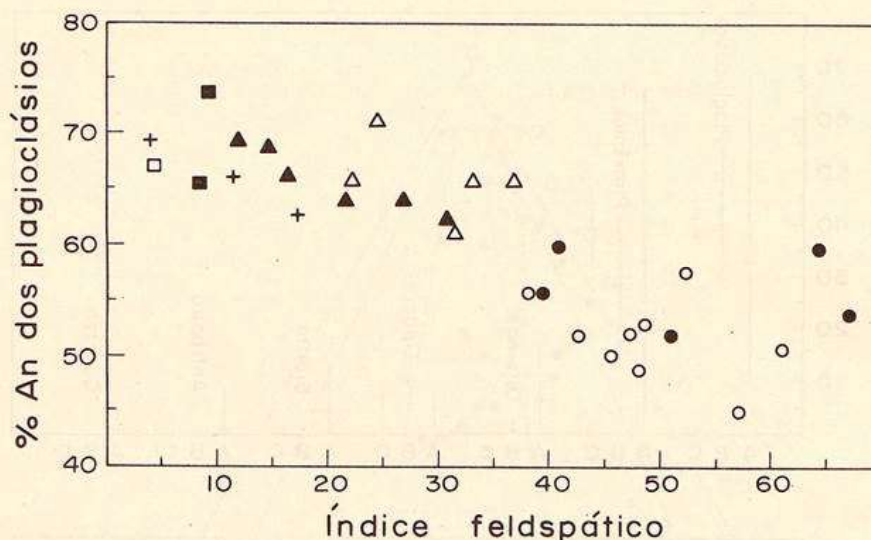


FIG. 6 — Gráfico correlacionando o índice feldspático e o teor de anortita dos plagioclásios.

faneríticas. Observa-se, contudo, que o teor de anortita é ligeiramente maior junto aos basaltos mais ricos em fenocristais de piroxênio.

Conquanto o único dado geocronológico presentemente disponível (CORDANI, *informação verbal*) indique para a intrusão de José Fernandes uma idade de 183 ± 9 m.a., idade esta obtida em feldspato pelo método K-Ar, o que a colocaria, portanto, como um evento magmático ligeiramente anterior àquele dos basaltos da Formação Serra Geral, cujo campo de variação acha-se compreendido entre 119 e 147 m. a. (AMARAL *et al.*, 1966; CORDANI E VANDOROS, 1967), é lícito buscar-se uma correspondência com essas últimas variedades, tendo em vista sobretudo as características geológicas e petrográficas similares mostradas pela intrusão.

Dessa forma, foi elaborado o gráfico da Figura 7, correlacionando os dados relativos às 31 amostras faneríticas de José Fernandes com aqueles obtidos por RÜEGG (1969), em 20 amostras de diabásio do Estado de São Paulo e por BETTENCOURT E RÜEGG (1972) para 8 amostras provenientes de diques de diabásio da região de Guapiara, Estado de São Paulo.

Nota-se que a mineralogia dos três grupos de rochas guarda entre si certas similaridades, que se revestem principalmente na presença de plagioclásios e piroxênios como seus minerais mais importantes. O feldspato

potássico e o quartzo não constam das modais fornecidas por aqueles autores, constituindo, muito provavelmente, parte integrante da mesóstasis e da fase micro-pegmatítica.

Como era de se esperar, as rochas de José Fernandes mostram uma maior diversificação mineralógica, com os campos de variação dos minerais se estendendo invariavelmente muito além daqueles estabelecidos para as variedades diabásicas. O comportamento dos índices de cor e piroxênico realça sobremaneira tal fato. Se comparados, no entanto, os valores médios obtidos, observa-se uma maior identidade mineralógica. A média para o índice piroxênico, da ordem de 40, é praticamente igual àquela fornecida por RÜEGG (1969), e representa, segundo WALKER (1957), uma evidência a mais do caráter toleítico dessas rochas.

Chama particularmente atenção o caráter mais básico-insaturado das rochas de José Fernandes, como indicado pela presença de olivina em 32 das 35 amostras investigadas, bem como pela maior concentração em piroxênios e dos produtos de alteração, anfíbios e biotita.

CONSIDERAÇÕES PETROLÓGICAS

Como observado por PIERUCETI (1973), o índice de cor apresenta uma distribuição regular dentro do corpo, com as variedades

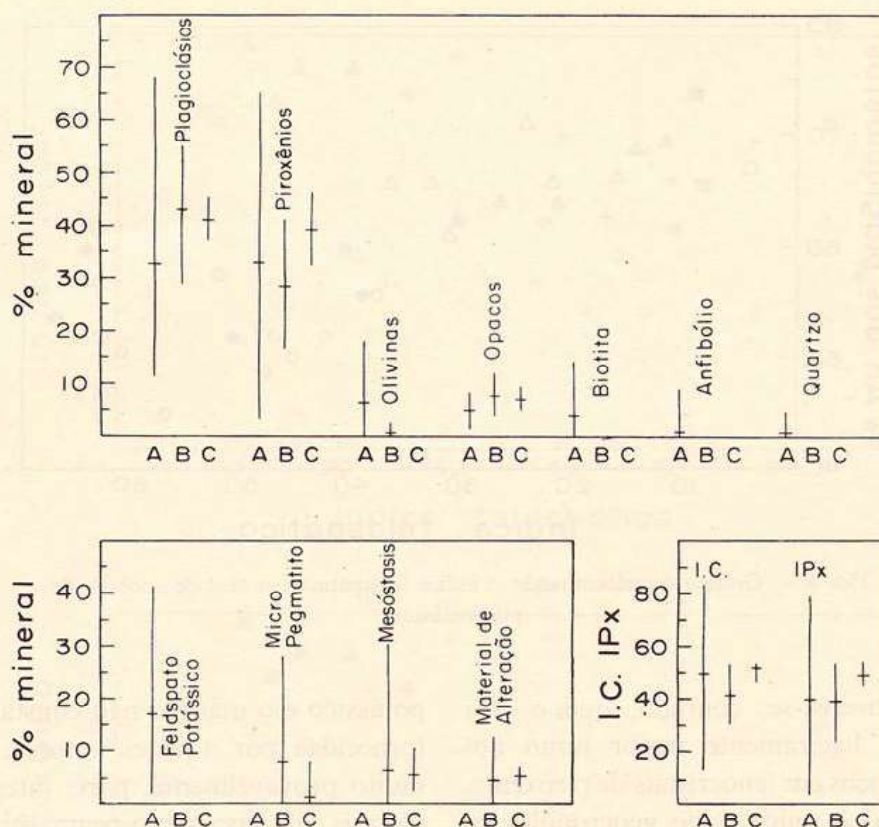


FIG. 7 — Gráfico correlacionando as porcentagens volumétricas das várias espécies e os índices de cor e piroxênico para as rochas de José Fernandes (A), diabásicos do Estado de São Paulo e diabásicos da região de Guapiara (C). Dados para B e C extraídos, respectivamente, de RÜEGG (1969) e BETTENCOURT e RÜEGG (1972).

de maior índice tendendo em geral a ocupar as suas porções mais elevadas. Excluem-se dessa tendência, no entanto, as amostras fortemente leucocráticas (leucomonzogabros e leucogabros), ocorrendo na forma de diques e apófises cortando as demais rochas da intrusão. Por outro lado, o comportamento do índice feldspático é marcado por uma total falta de regularidade.

As feições acima são interpretadas por aquele autor como sugestivas, por um lado, da ação de um processo de cristalização fracionada seguido de atividade gravitacional e, por outro, da participação eventual de um segundo mecanismo, a explicar a distribuição caótica do índice feldspático.

Evidências de campo, como o modo de ocorrência intrusivo das variedades leucocráticas e a distribuição regular do índice de coloração no interior da intrusão, aliadas à tendência de delimitação de campos bem de-

finidos para as amostras meso e melanocráticas, como vistos nas Figuras 4 e 5, parecem indicativas de modo que a formação das rochas do corpo de José Fernandes esteve ligada a mais de uma fase intrusiva.

Igual conclusão pode ser extraída do diagrama ternário-feldspato potássico-plagioclásios-minerais ferromagnesianos (Fig. 8), contendo os campos de classificação de rochas segundo STRECKEISEN (1967), onde as amostras leucocráticas situam-se fora da linha hipotética de diferenciação estabelecida para as demais variedades do maciço. A linha traçada mostra uma tendência geral caracterizada pelo aumento progressivo do índice feldspático (enriquecimento em silício, alumínio e álcalis) à medida que as rochas vão se empobrecendo em minerais escuros (diminuição dos teores de ferro e magnésio). Essa disposição dos pontos é análoga à que deveria se esperar do processo de diferenciação de um magma

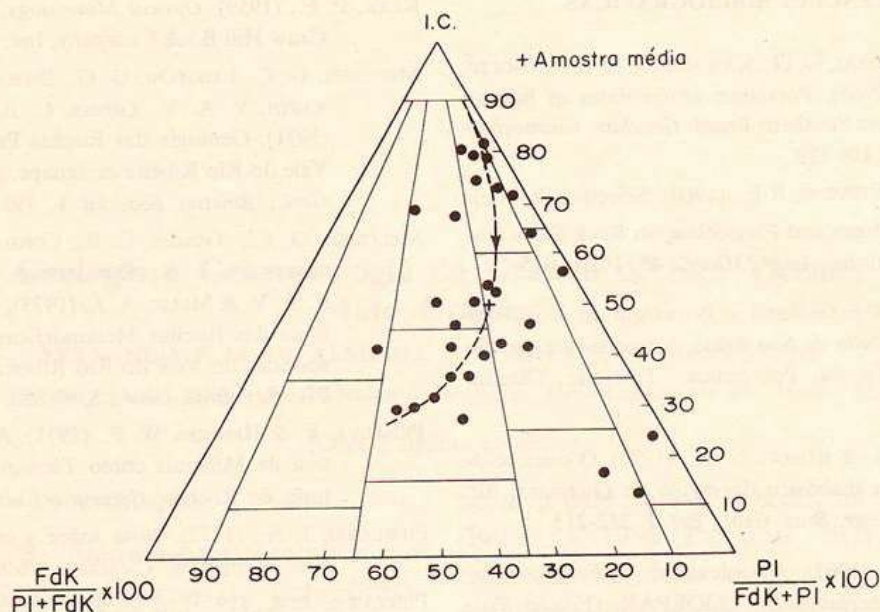


FIG. 8 — Projeção das rochas de José Fernandes no diagrama de classificação de STRECKEISEN (1967). Vê-se, também, a linha hipotética de diferenciação.

de composição original básica. A forte inflação para o vértice do índice feldspático, evidenciando um aumento da concentração de Na e K relativamente a Ca, guarda também concordância com a conclusão extraída da Figura 6, em que o teor de anortita dos plagioclásios decresce concomitantemente à elevação daquele índice.

Conquanto os dados disponíveis sejam merecedores de maiores reparos, poder-se-ia também aduzir que a curva de cristalização dos piroxênios, como visto na Figura 2, apresenta alguma similaridade com a exibida pelos minerais da intrusão de Skaergaard, particularmente na sua parte relativa às rochas pertencentes aos estádios intermediários de diferenciação.

RESUMO

Análises modais, relativas a 31 amostras de variedades faneríticas e 4 de afaníticas, são fornecidas para a intrusão de José Fernandes, distante cerca de 14 quilômetros da cidade de Ribeira, PR. Esse corpo, encaixado em metasedimentos regionais do Grupo Açungui, acha-se fortemente diferenciado e tem monzonites e gabros, com gradações entre si como principais tipos litológicos. Feldspatos (plagioclásios e feldspato potássico), piroxênios, olivinas, biotita e opacos são seus constituintes mineraló-

gicos mais importantes. Olivinas, com um teor máximo de 18%, foram reconhecidas em 32 das 35 amostras analisadas. Evidências de campo e petrográficas, estas últimas baseadas essencialmente em gráficos de correlação reunindo os índices feldspáticos, de cor e piroxênico, além da % An dos plagioclásios, parecem indicar que cristalização fracionada, seguida de ação gravitacional, exerceu um papel importante na formação dessas rochas, conquanto não tenha sido o único processo genético atuante.

SUMMARY

Thirty-one modal analyses for phaneritic rocks and four for aphanitic ones are given for the José Fernandes intrusive body which crops out at fourteen kilometers away from the village of Ribeira, State of Paraná. That strongly differentiated intrusion is surrounded by regional metamorphic rocks belonging to the Açungui Group, and has monzonites and gabbros as their main litologic types. Feldspars (plagioclases and potassic feldspar), pyroxenes, olivines, biotite, and ore minerals are the most common constituents Olivines reaching a maximum concentration of about 18% have been recognized in 32 out of 35 analyzed samples. Field and petrographic evidences, the last ones based on correlation graphics relating feldspatic, color, and pyroxenic indexes in addition to the anorthite content of the plagioclases, seem to indicate that gravitational differentiation has played a very important role on the origin of the José Fernandes rocks. The data are also indicating that others mechanisms may have eventually exerted some influence on the formation of those rocks.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, G., CORDANI, U. G., KAWASHITA, K. & REYNOLDS, J. H., (1966), Potassium-argon dates of basaltic rocks from Southern Brazil. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **30**, 159-189.
- BAILEY, E. H. & STEVENS, R.E., (1960). Selective Staining of K Feldspar and Plagioclase on Rock Slabs and Thin Sections. *Amer. Miner.*, **45**, 1020-1025.
- BARBOSA, O., (1941), *Geologia e Petrologia da Região de Apiaí, Estado de São Paulo*. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Tese de Cátedra (Inédito).
- BETTENCOURT, J. S. & RÜEGG, N. R., (1972), O enxame de diques de diabásico da região de Guapiara, SP. *XXVI Congr. Bras. Geol., Bol.* **1**, 212-213.
- BIGARELLA, J. J., (1965), Coordenador — *Folha Geológica de Adrianópolis*. CODEPAR. (Edição Provisória).
- BROWN, G. M., (1957), Pyroxenes from the early and middle stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *Min. Mag.*, **31**, 511-543.
- BROWN, G. M. & VINCENT, E. A., (1963), Pyroxenes from the late stages of fractionation of the Skaergaard intrusion, East Greenland. *J. Petrol.*, **4**, 175-197.
- CHAYES, F., (1949), A simple point counter for thin-section analysis. *Amer. Miner.*, **34**, 1-11.
- CORDANI, U. G. & VANDOROS, P., (1967), Basaltic rocks of the Paraná Basin. in *Problems in Brazilian Gondwana Geology*: 207-229, Curitiba, Brazil.
- DEER, W. A., HOWIE, R. A. & ZUSSMAN, J., (1963), *Rock forming minerals*. Vol. I — *Ortho- and Ring Silicates*. John Wiley and Sons, Inc.
- KERR, P. F., (1959), *Optical Mineralogy*. 3rd edition. McGraw Hill Book Company, Inc.
- MELCHER, G. C., CORDANI, U. G., DAMASCENO, E. C., GIRARDI, V. A. V., GOMES, C. B. & MELFI, A. J., (1971), Geologia das Rochas Pré-Cambrianas do Vale do Rio Ribeira de Iguape. *XXV Congr. Bras. Geol., Boletim Especial* **1**, 193-194, São Paulo.
- MELCHER, G. C., GOMES, C. B., CORDANI, U. G., BETTENCOURT, J. S., DAMASCENO, E. C., GIRARDI, V. A. V. & 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.
- PENALVA, F. & HENNIES, W. P., (1971), A Coloração Seletiva de Minerais como Técnica Auxiliar no Estudo de Rochas. *Ciência e Cultura*, **23**, 577-584.
- PIERUCETI, J. A., (1972), Nota sobre a intrusão básica de José Fernandes. *Ciência e Cultura*, **25** (6), 181.
- PIERUCETI, J. A., (1973), *A intrusão básica de José Fernandes, PR*. Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências. Tese de Mestrado (Inédito).
- PIERUCETI, J. A., (1974), Petrografia da intrusão básica de José Fernandes, PR. *XXVIII Congr. Bras. Geol., Bol.* **1**, 418-429, Porto Alegre.
- RÜEGG, N. R., (1964), Use of the Angle $A_1 \wedge c$ in optical Determination of the Composition of Augite. *Amer. Miner.*, **49**, 599-606.
- RÜEGG, N. R., (1969), *Aspectos Geoquímicos, Mineralógicos de Rochas Basálticas da Bacia do Paraná*. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Tese de Doutorado (Inédito).
- STRECKEISEN, A. L., (1967), Classification and Nomenclature of Igneous Rocks. *N. Jb. Miner. Abh.*, **107**, 144-214.
- WALKER, F., (1975), Ophitic texture and basaltic crystallization. *J. Geol.*, **65**, 1-14.