

Algumas características químicas do magmatismo Parima/Tapuruquara

João Orestes Schneider Santos
Homero de Araújo Neto

Resumo

Até há pouco tempo, todas as ocorrências de rochas básicas conhecidas na Amazônia, correspondiam a três configurações espaciais principais: diques, "sills" e derrames. A presença de rochas básicas em diversas estruturas do tipo stock ou chaminé, somente veio a ser amplamente conhecida a partir de 1974, com a elaboração de relatórios do Projeto RADAM abrangendo o Território de Roraima e a bacia do rio Negro, no Amazonas. Os trabalhos desenvolvidos a seguir permitiram estabelecer que as Estruturas II e III de Tapuruquara consistem de um complexo básico-ultrabásico de idade pré-Uatumã, resultante de um evento magmático que parece ter-se estendido à região oeste de Roraima (serra Parima), ao qual se sugere a designação "Evento Tapuruquara/Parima". Quatro variedades distintas de rochas da Suíte ígnea Tapuruquara foram reconhecidas na área e, petrograficamente, definidas como hornblenda-gabros, olivina-gabros, olivina-websterito e lherzolito. As análises químicas quantitativas efetuadas em quinze amostras inalteradas provenientes das Estruturas II e III, ressaltam primordialmente os elevados teores de Al_2O_3 , baixos conteúdos de álcalis e relativamente baixos teores de SiO_2 . Na maioria correspondem a rochas subalcalinas e subsaturadas, sendo todas desprovidas de quartzo normativo e apenas cinco possuindo hiperstênio normativo. O teor de anortita do plagioclásio é acentuado (77% a 93%) refletindo uma composição eminentemente bitownítica, enquanto que o índice de diferenciação ($Q+Or+Ab$) é bastante baixo, situando-se entre 5,99 e 12,60. As rochas básicas de Tapuruquara, são mais ricas em Al_2O_3 que os basaltos ricos em alumina, os quais possuem 17,90% de Al_2O_3 (média de quatro amostras). Os elementos com valores mais marcantes são Cr, V, Cu, Ni e Co, com o primeiro, em vários pontos alcançando elevados teores (até mais de 5.000 ppm). Na amostra CB-020 a determinação geocronológica efetuada pelo método do K/Ar em plagioclásio forneceu idade de 2.250 m.a., enquanto que a determinação em piroxênio na mesma amostra acusou 2.910 m.a. Vários parâmetros, como situação tectônica, posição estratigráfica (pré-Uatumã), forma e dimensão das chaminés, além da distribuição geográfica na mesma província geológica (setor setentrional do bloco central da Plataforma Amazônica), permitem associar em caráter preliminar as intrusões básicas da região dos rios Parima e Mucajá com a Suíte Tapuruquara.

INTRODUÇÃO

Até há pouco tempo, todas as ocorrências de rochas básicas conhecidas na Amazônia, correspondiam a três configurações espaciais principais: diques, "sills" e derrames. A presença de rochas básicas em diversas estruturas do tipo stock ou chaminé, somente veio a ser amplamente conhecida a partir de 1974, com a elaboração de relatórios do Projeto RADAM abrangendo o Território de Roraima e a bacia do rio Negro, no Amazonas. Assim, algumas intrusões de natureza supostamente básica, foram assinaladas por Montalvão *et al.* (1975) nas folhas NA.20 e NB.20, que, a partir de comparações de campo, foram incluídas provisoriamente por esses autores na unidade Diabásio Pedra Preta (Vulcanismo toleítico do Proterozóico Médio).

Na região ao norte do rio Negro, algumas estruturas circulares também foram assinaladas, sendo agrupadas em dois conjuntos principais: as Estruturas de Seis Lagos, Município de São Gabriel da Cachoeira, e as de Tapuruquara. As primeiras foram objeto de estudo de subsuperfície e levantamento geoquímico, sendo patente sua relação com rochas alcalinas, muito provavelmente com carbonatitos associados (Viégas Filho & Bonow, 1976).

Assim, em conseqüência de uma comparação preliminar com as chaminés de Seis Lagos, as Estruturas Tapuruquara foram inicialmente consideradas como pertinentes a magmatismo alcalino, hipótese reforçada pelo alto teor em Al_2O_3 detectado em algumas amostras de canga coletadas por Viégas Filho & Liberatore (1975). Todavia, os resultados apresentados por Issler (1976) em análises de elementos-traço em canga, levaram a considerar pouco plausível uma associação semelhante a esperada em Seis Lagos.

Os trabalhos da CPRM desenvolvidos a seguir, por Araújo Neto *et al.* (1977), permitiram estabelecer que as Estruturas II e III de Tapu-

ruquara (Foto 1) consistem de um complexo básico-ultrabásico de idade pré-Uatumã, resultante de um evento magmático que parece ter-se estendido à região oeste de Roraima (serra Parima), ao qual se sugere a designação "Evento Tapuruquara/Parima". Os diversos tipos litológicos produzidos na área por esse evento foram agrupados sob a denominação de "Suíte Ígnea Tapuruquara". As rochas deste evento, como será tratado adiante, possuem características próprias, no que se refere a comportamento químico, idade e situação estrutural, que as distinguem dos demais eventos básicos da Amazônia.

Quatro variedades distintas de rochas da Suíte Ígnea Tapuruquara foram reconhecidas na área e, petrograficamente, definidas como hornblenda-gabros, olivina-gabros, olivina-websteritos e lherzolito (Tabela 1 e Figuras 1 e 2).

A principal característica petrográfica presente em todos os tipos litológicos de Tapuruquara, refere-se aos baixíssimos conteúdos em minerais opacos, cujo valor modal máximo é 1,30% (CB-21).

O plagioclásio, tanto nos hornblenda-gabros, olivina-gabros e ultrabásitos, está maclado predominantemente segundo Albita-Periclina,

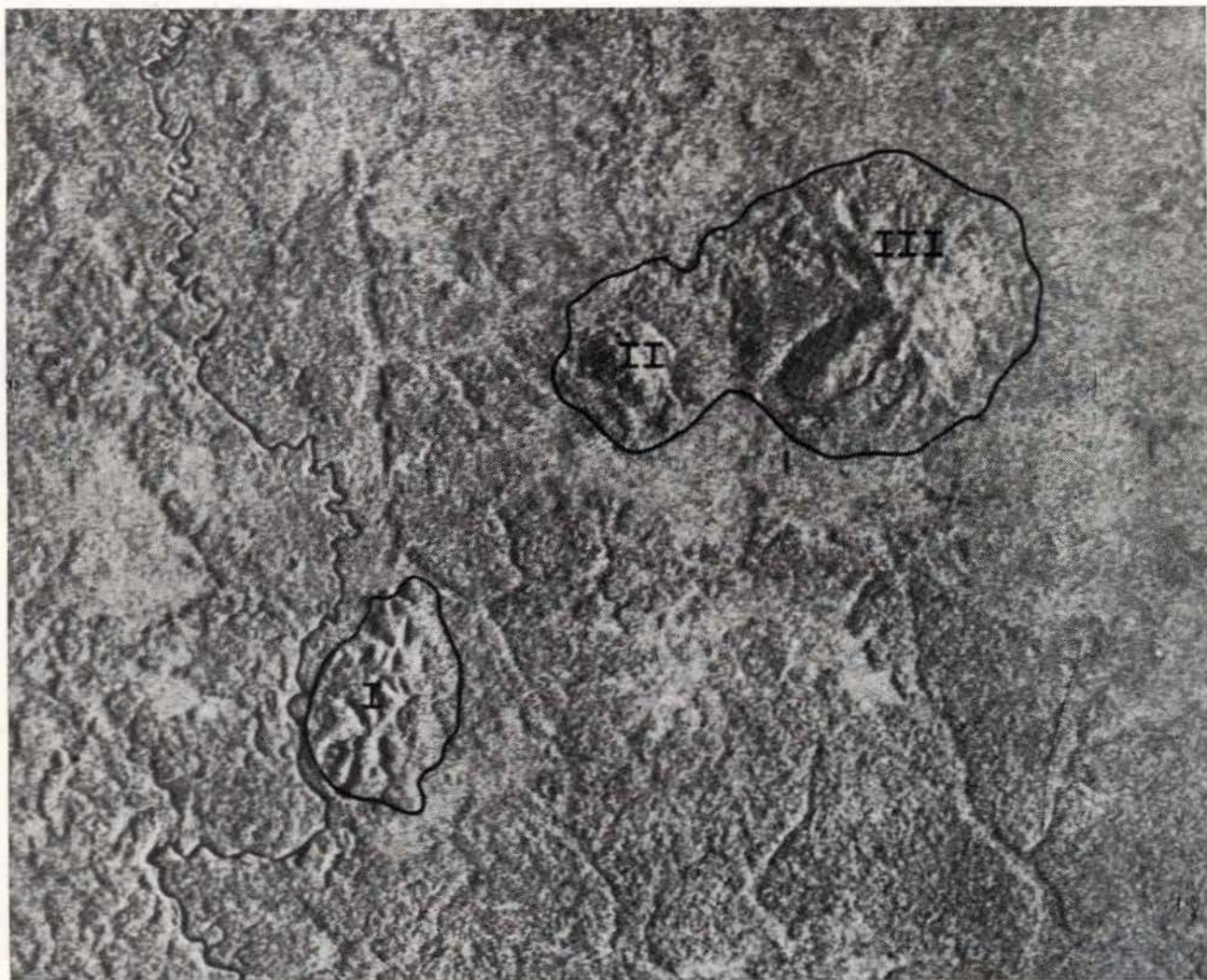


Foto 1 — Reprodução parcial de imagem de radar da folha SA.20-V-A-I, na escala 1:100.000, na região do rio Inambu (a esquerda) afluente do rio Negro — Município de Santa Isabel do Rio Negro, destacando-se as Estruturas I, II e III de Tapuruquara.

dificultando a determinação ótica de seu teor de anortita. Mesmo assim, através das seções favoráveis do mineral, foi possível estabelecer uma composição predominantemente bytownítica nos piroxenitos, labradorítica/bytownítica nos olivina-gabros e labradorítica (An > 60) nos hornblenda-gabros.

O principal piroxênio é augita, a qual é acompanhada por teores subordinados de hiperstênio nos olivina-gabros, que desse modo podem ser definidos como olivina-gabros noríticos (Figura 1). Já os hornblenda-gabros, não possuem ortopiroxênio, além de encerrarem teores muito baixos de clinopiroxênio, sempre

presente, em percentuais situados entre 0,60% e 7,10%. Duas amostras (CB-50 e JL-64), por possuírem mais de 5% de clinopiroxênio, correspondem a augita-hornblenda-gabro (Figura 1).

A olivina, ausente em todos hornblenda-gabros e presente nos demais exemplares (olivina-gabro, websterito e lherzolito), somente supera o clinopiroxênio na amostra CB-24 (lherzolito), sendo ocasionalmente envolta por coroa de hiperstênio nos olivina-gabros e de enstatita nos ultrabasitas. Sua feição mais marcante identifica-se com as notáveis auréolas quelifíticas que lhe envolvem em coroas



Foto 2— Reprodução parcial de imagem de radar da folha NA.20-X-C, na escala 1:250.000, aparecendo no setor superior um trecho do alto curso do rio Mucajaí. Os contatos assinalam as intrusões de granito Surucucus (G) e de gabros "high alumina" (B) no penepiano constituído por rochas do Complexo Maracá (M).

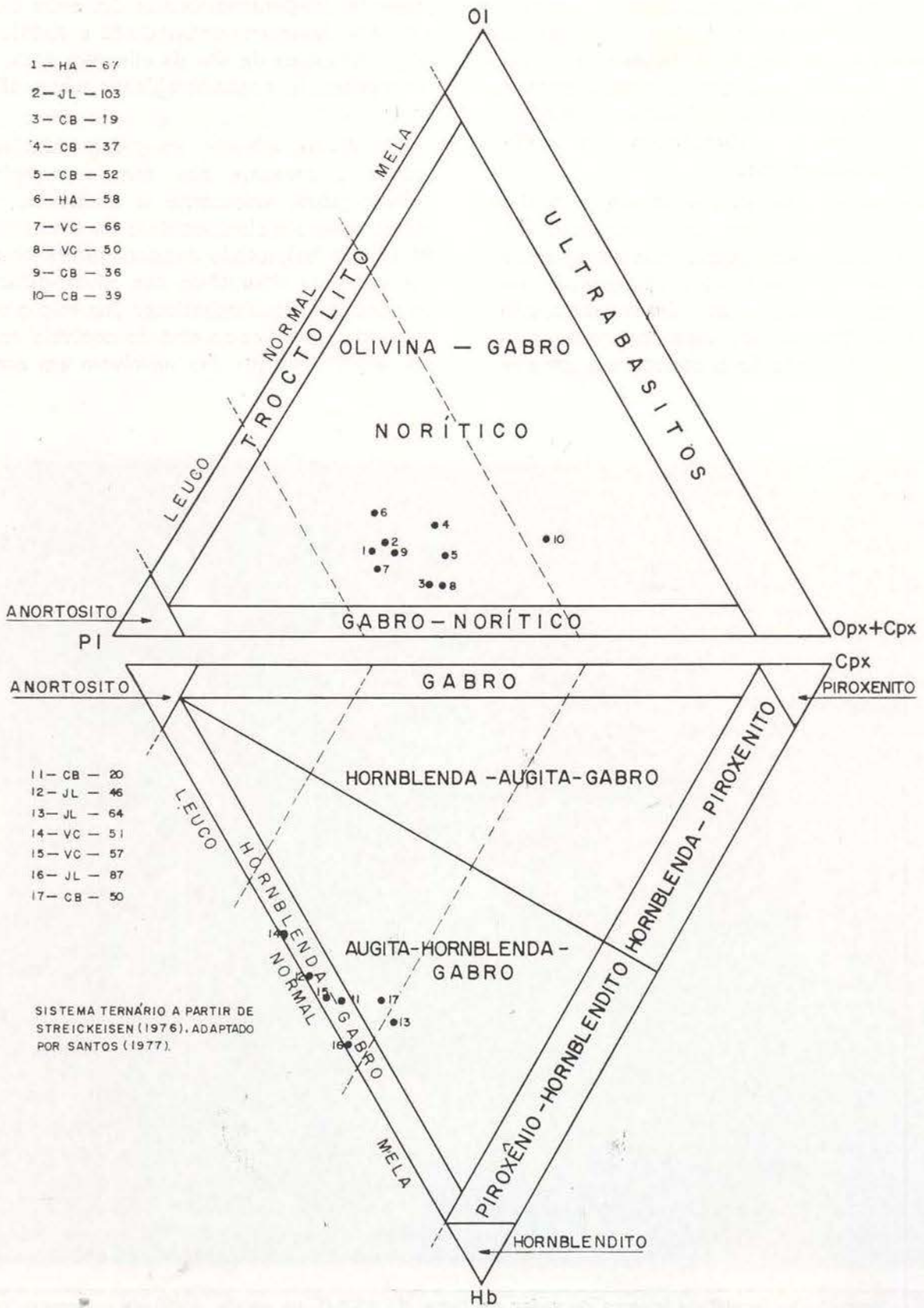


Figura 1 — Classificação modal de rochas gabróides da Suíte Tapuruquara

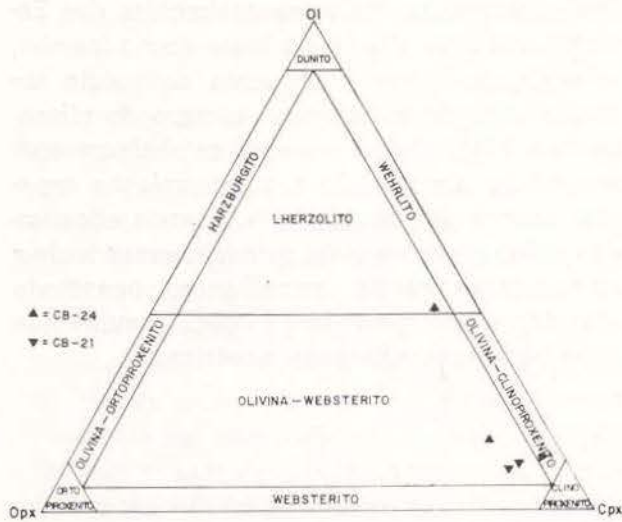


Figura 2 — Classificação modal de rochas ultra-básicas (segundo Streckeisen, 1976).

simples ou duplas. Esse mesmo aspecto textural é exibido pela olivina em amostra coletada pelo Projeto RADAM no alto Parima e também pela olivina do Gabro Ingarana (Pessoa *et al.*, 1977).

As características petrográficas mais marcantes das rochas básicas de Tapuruquara, que não são encontradas em nenhuma das demais províncias com magmatismo básico na Amazônia (Magmatismos Avanavero, Cachoeira Seca e Apoteri/Penatecaua) são sintetizadas abaixo:

- Forte predomínio de macla Albita-Periclina no plagioclásio;
- Plagioclásio bastante cálcico ($An > 60$), notadamente bytownítico;
- Olivina com notáveis auréolas quelifíticas;

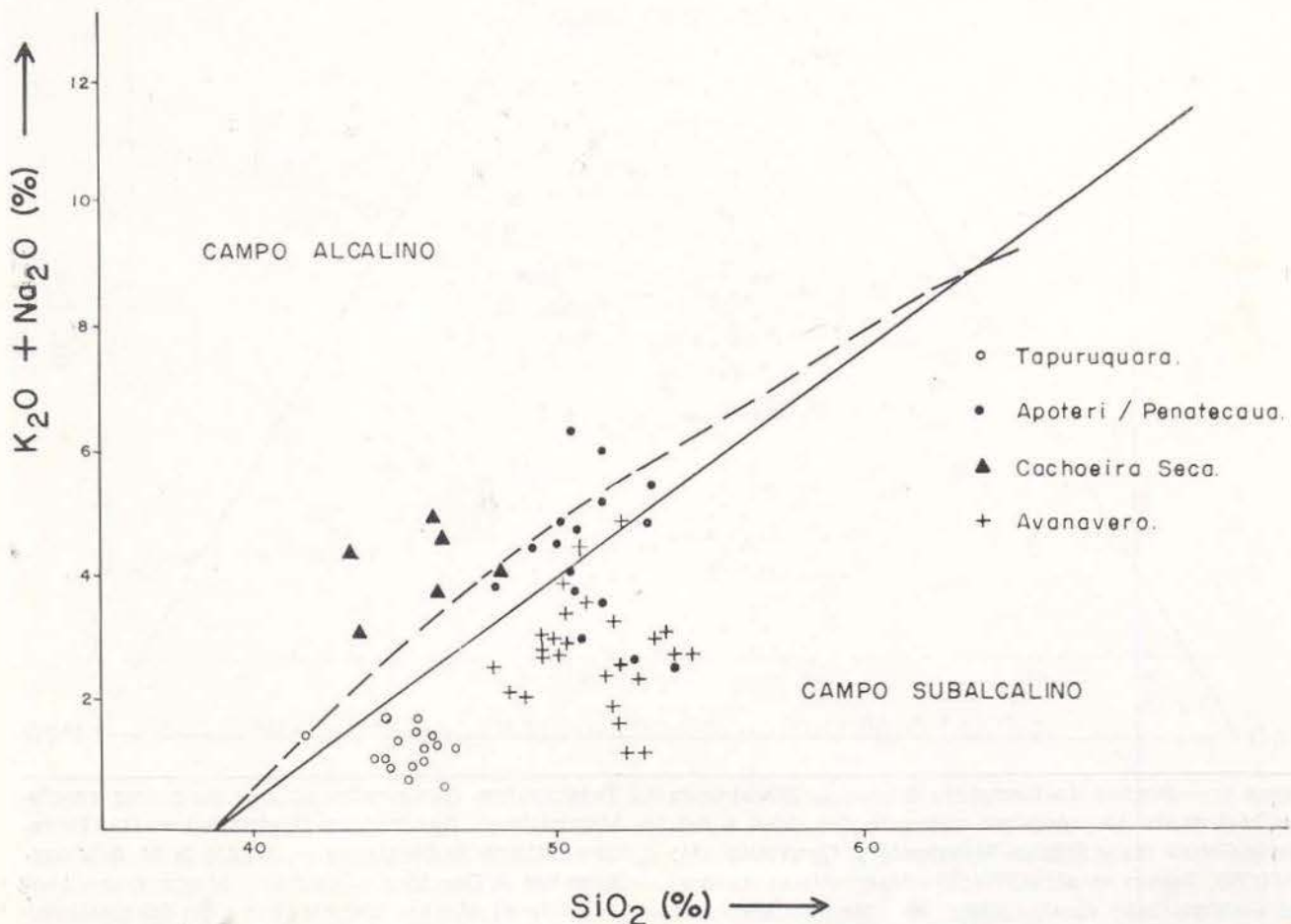


Figura 3 — Comparação das quatro principais manifestações básicas da Amazônia. A linha contínua representa o limite entre os Campos Alcalino e Subalcalino proposto por Mac Donald & Katsura (1964), enquanto a linha descontinua representa o limite sugerido por Irvine & Baragar (1971).

- Minerais opacos excepcionalmente escasos (menos de 1,5%);
- Apatita também é rara;
- Quartzo e K-feldspato totalmente ausentes.

PETROQUÍMICA

Dois grupos principais de rochas básicas (hornblenda-gabro e olivina-gabro) e um de rochas ultrabásicas (olivina-websterito e lherzolito) definem as litologias conhecidas das Estruturas II e III, situadas a leste do rio Inambu, afluente da margem esquerda do médio rio Negro. Devido ao pequeno número de afloramentos (34), não foi possível estabelecer com precisão a distribuição e a interrelação espacial desses grupos. Todavia, quando observadas sob o ponto de vista químico, essas rochas apresentam grande semelhança, possuindo uma série de importantes feições comuns que espelham forte afinidade genética.

lito) definem as litologias conhecidas das Estruturas II e III, situadas a leste do rio Inambu, afluente da margem esquerda do médio rio Negro. Devido ao pequeno número de afloramentos (34), não foi possível estabelecer com precisão a distribuição e a interrelação espacial desses grupos. Todavia, quando observadas sob o ponto de vista químico, essas rochas apresentam grande semelhança, possuindo uma série de importantes feições comuns que espelham forte afinidade genética.

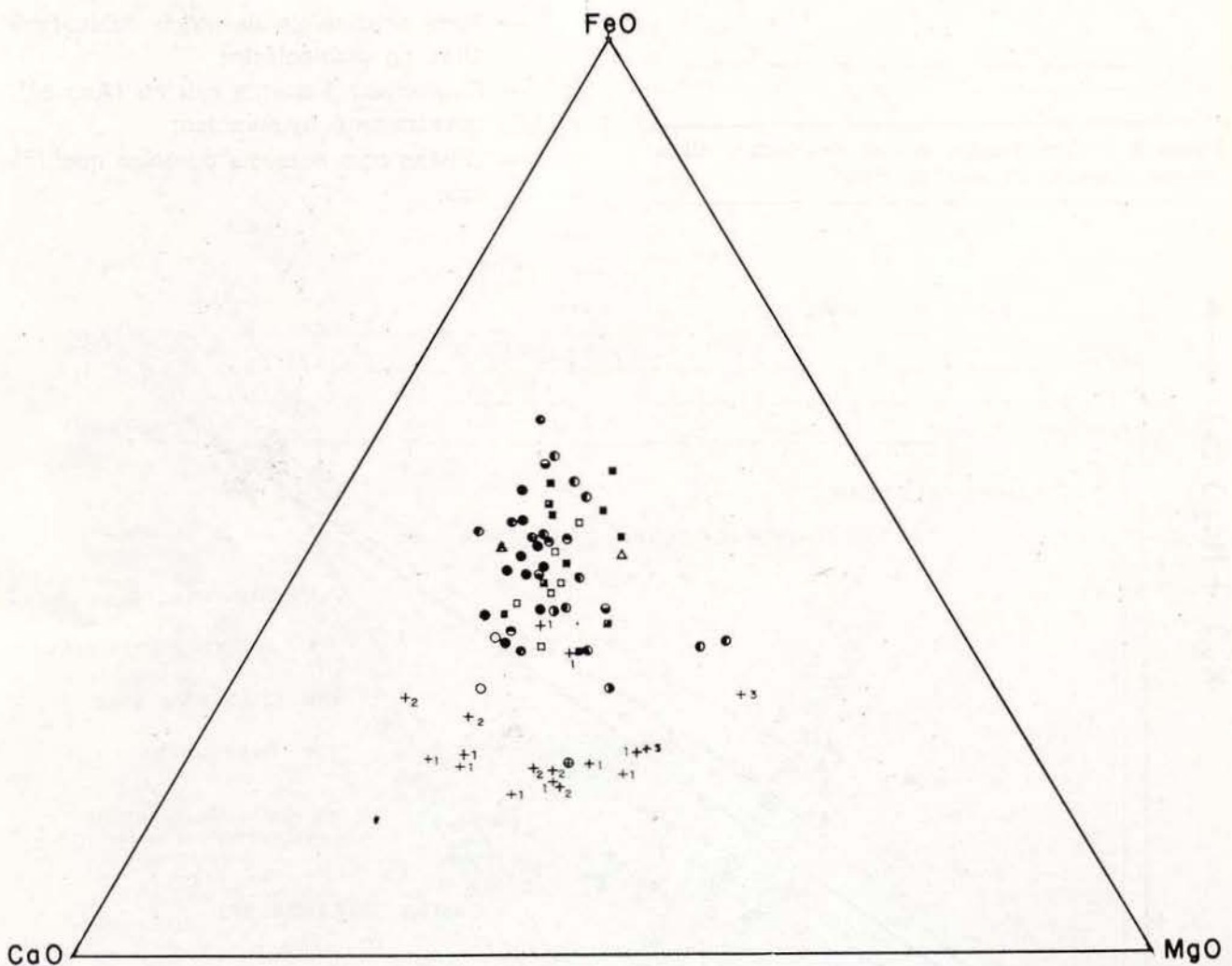


Figura 4 — Rochas do Complexo Básico — Ultrabásico de Tapuruquara comparadas com as de outras províncias básicas da Amazônia no triângulo CaO, MgO e FeO. + Magmatismo Tapuruquara-Olivina-Gabro (1), Hornblenda-Gabro (2) e Olivina-Websterito e Lherzolito (3); Δ Magmatismo Rondoniense — Araújo Neto & Moreira (1976), Pessoa et al. (1977); □ Magmatismo Apoteri — Berrangé & Dearlney (1975); ■ Magmatismo Apoteri — Montalvão et al. (1976); ▣ Magmatismo Apoteri — Melo et al. (em preparação); ● Magmatismo Avanavero — Hebeda et al. (1973); ○ Magmatismo Avanavero — Montalvão et al. (1976); ⊙ Magmatismo Avanavero — Guimarães (1947); ⊙ Magmatismo Avanavero — Belizzia (1957); ⊙ Magmatismo Avanavero — Melo et al. (em preparação); ⊙ Magmatismo Avanavero — Dall'Agnol & Abrey (1976); ⊕ Magmatismo Parima — Montalvão et al. (1976).

As análises químicas quantitativas efetuadas em desesseis amostras inalteradas provenientes das Estruturas II e III, ressaltam primordialmente os elevados teores de Al_2O_3 , baixos conteúdos de álcalis e relativamente baixos teores de SiO_2 dessas rochas, quando confrontados com a composição média de basaltos de amostras provenientes de outras províncias básicas da Amazônia (Tabela 2).

No conceito de Irvine & Baragar (1971), correspondem a rochas subalcalinas, devido às baixas proporções de $K_2O + Na_2O$, quando confrontadas com SiO_2 no diagrama de MacDonald & Katsura (1964) (Figura 3). Nessa ilustração observa-se ainda que as rochas da Suíte Ígnea Tapuruquara comportam-se como

um grupo homogêneo, mais pobre em SiO_2 e em álcalis, comparativamente aos demais eventos básicos não orogênicos conhecidos na Amazônia (Apoteri, Cachoeira Seca e Avanavero). Por outro lado, através do triângulo FCM (Figura 4) verifica-se que a quantidade de FeO total ($FeO + Fe_2O_3 \times 0,9$), em relação a CaO e MgO é bastante baixa no complexo básico-ultrabásico de Tapuruquara, quando comparado com os demais eventos previamente citados. Percebe-se além disso, posicionamento semelhante para uma amostra proveniente da serra Parima, cujos resultados expressos por Dall'Agnol & Dreher (1975), revelam igualmente baixos teores de FeO e baixas relações FeO/MgO.

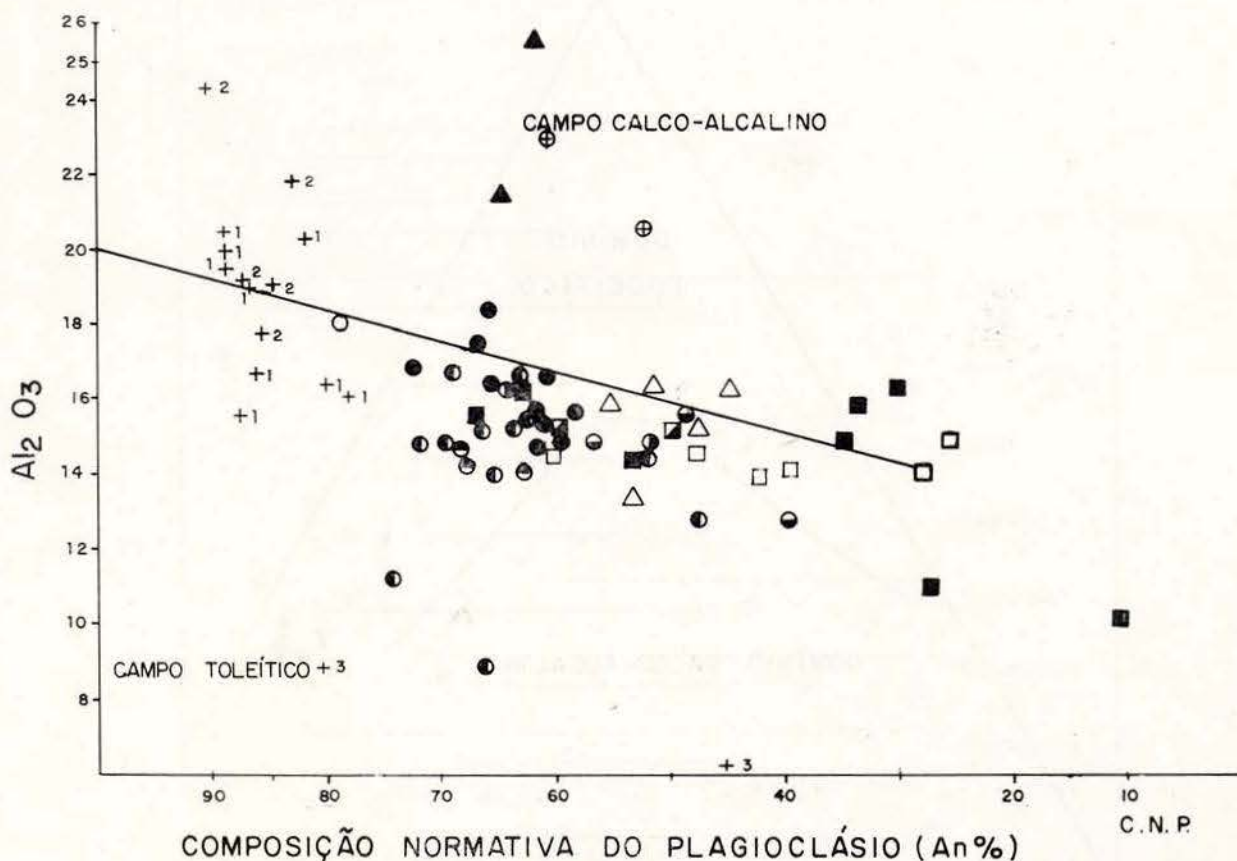


Figura 5 — Comparação das rochas do Complexo Básico — Ultrabásico de Tapuruquara com outras províncias básicas da Amazônia no diagrama $Al_2O_3\%$ versus C.N.P. + Magmatismo Tapuruquara — Olivina-Gabro (1), Hornblenda-Gabro (2) e Olivina-Websterito e Lherzolito (3); Δ Magmatismo Rondoniense — Araújo Neto & Moreira (1976), Pessoa et al. (1977); \square Magmatismo Apoteri — Berrangé & Dearlney (1975); \blacksquare Magmatismo Apoteri — Montalvão et al. (1976); \blacksquare Magmatismo Apoteri — Melo et al. (em preparação); \bullet Magmatismo Avanavero — Hebeda et al. (1973); \circ Magmatismo Avanavero — Montalvão et al. (1976); \circ Magmatismo Avanavero — Guimarães (1947); \odot Magmatismo Avanavero — Belizzia (1957); \ominus Magmatismo Avanavero — Melo et al. (em preparação); \oplus Magmatismo Avanavero — Dallugol & Abreu (1976); \oplus Magmatismo Parima — Montalvão et al. (1976); \oplus Gabro Ingarana — Pessoa et al. (1977).

Todos os exemplares que foram analisados quimicamente (16) tiveram sua composição normativa determinada (Tabela 3). Na maioria correspondem a rochas subsaturadas, sendo todas desprovidas de quartzo normativo e apenas cinco possuindo hiperstênio normativo. O teor normativo de anortita do plagioclásio é acentuado (77% a 93%), refletindo uma composição eminentemente bitownítica, enquanto que o índice de diferenciação (Q+Or+Ab) é bastante baixo, situando-se entre 5,99 e 12,60. Adotando-se o tetraedro basáltico de Yoder & Tilley (1962), a maior parte das amostras possui composição normativa de olivina-basaltos (Tabela 3).

Os elevados conteúdos de Al_2O_3 , quando relacionados com as igualmente altas composições normativas do plagioclásio (Irvine & Baragar, 1971), conferem ao complexo básico-ultrabásico de Tapuruquara um comportamento predominantemente calco-alcálico (Figura 5). A composição normativa do plagioclásio, bastante elevada, vem confirmar a existência de anortita e bitownita descritas em seção delgada, minerais que devem abrigar quase todo o alumínio presente nas amostras. No caso dos hornblenda-gabros, um pouco mais aluminosos (média 20,59%) que os olivinas-gabros (18,32%), estima-se que parte do Al é proveniente da hornblenda, que, teoricamente, pode

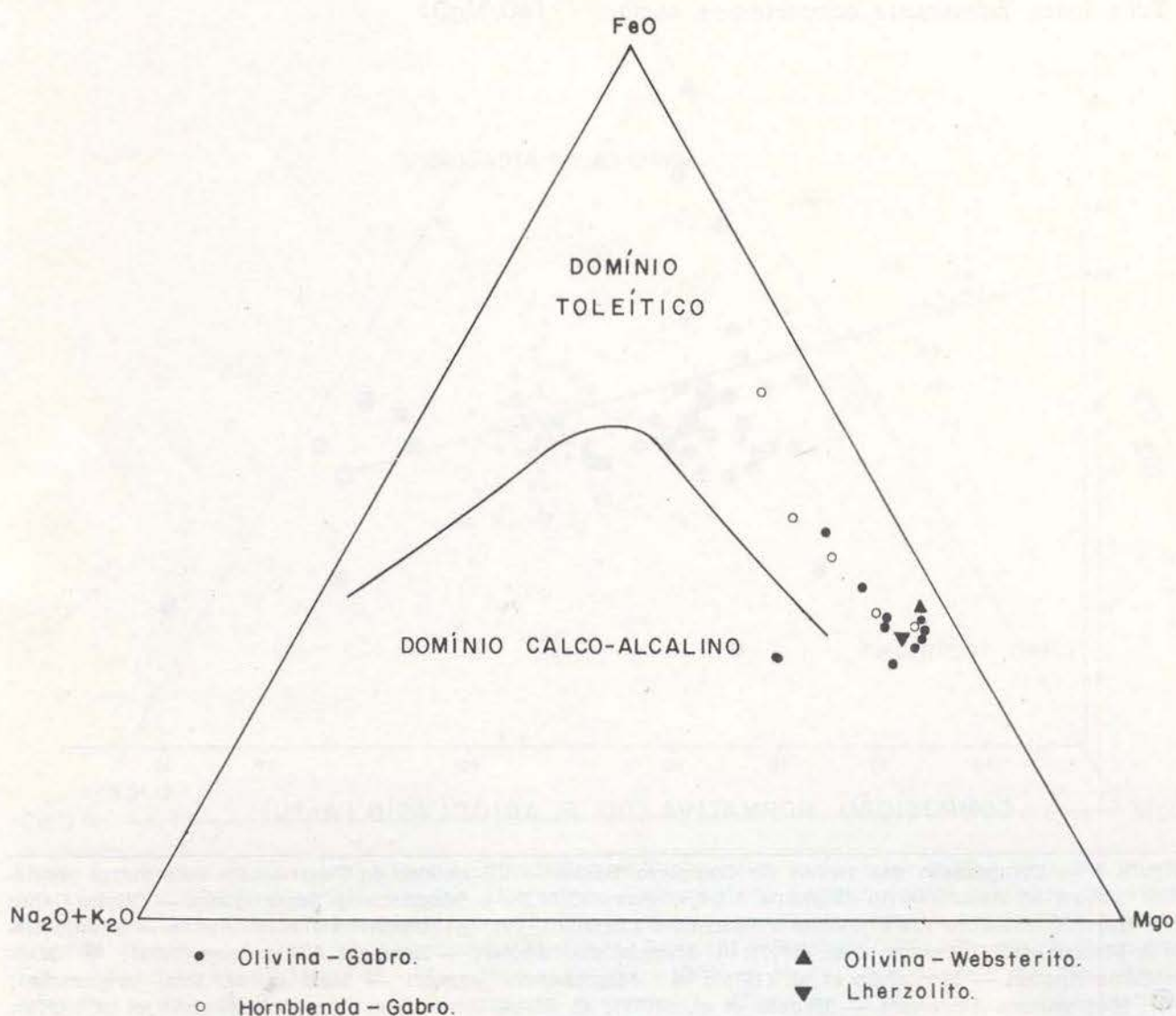
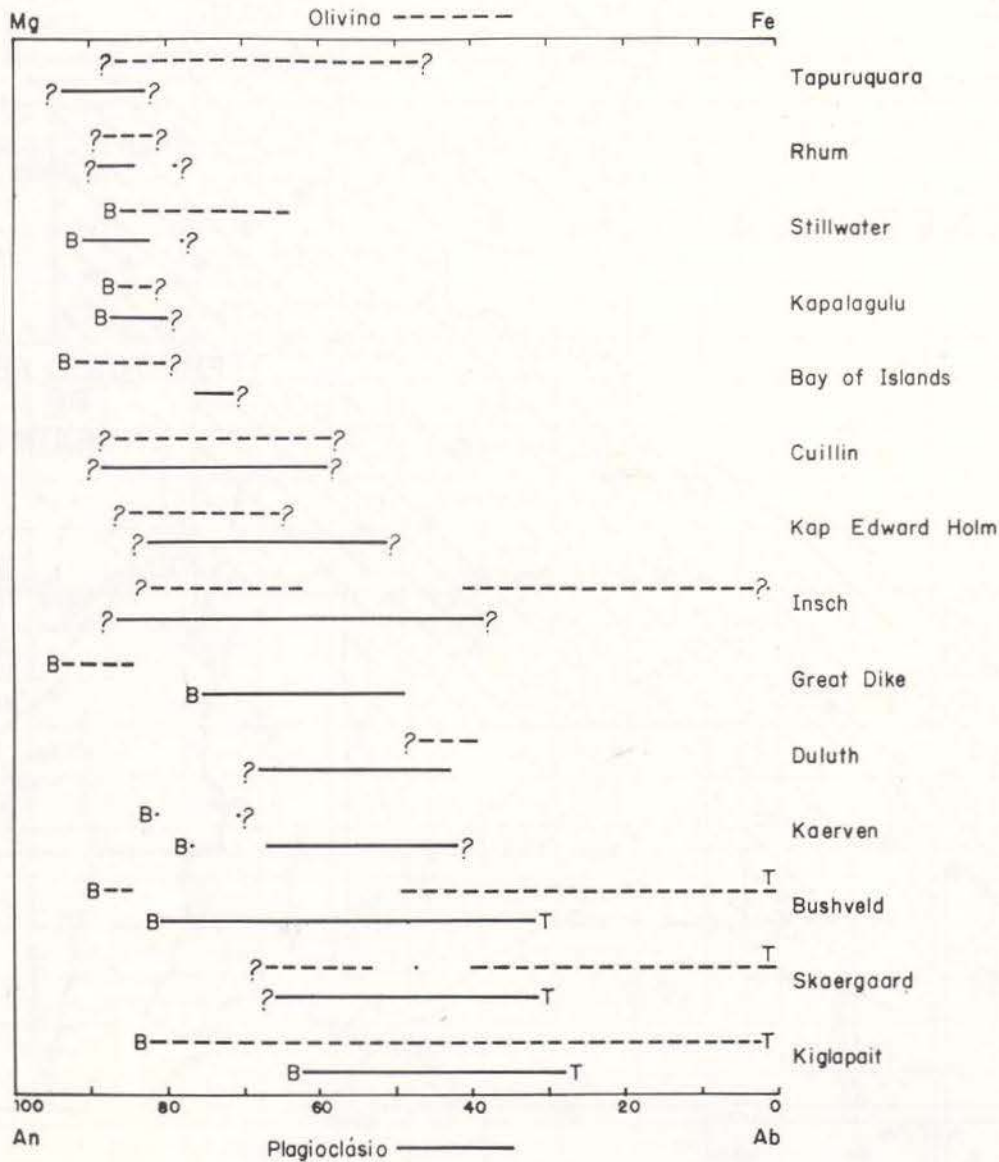


Figura 6 — Disposição de rochas da Suíte Tapuruquara em sistema ternário AFM — Limite entre os domínios Calco-alcálico e Toleítico conforme Irvine & Baragar (1971).

encerrar mais de 10% de Al_2O_3 . A amostra CB-018 chega a possuir 21,48% de Al_2O_3 , sendo a média de 14 amostras igual a 19,24% de Al_2O_3 . Demonstra-se assim, que as rochas básicas de Tapuruquara, na sua maioria, são mais ricas em Al_2O_3 que os basaltos ricos em alumina de Kuno (1960), os quais foram descritos

originalmente no Japão e possuem 17,90% de Al_2O_3 (média de quatro amostras). A presença de alguns pontos abaixo da linha divisória da ilustração acima referida, embora a primeira vista possa sugerir um quimismo toleítico, é motivada na realidade pelo decréscimo no teor de plagioclásio na rocha, indicando afinidades



? - Zona de base ou de topo não exposta

B - Menor composição encontrada na Zona basal da intrusão

T - Maior composição encontrada na Zona de topo da intrusão

Figura 7 — Variação na composição de olivina e plagioclásio em intrusões estratiformes máficas (A partir de Hyndman, 1972).

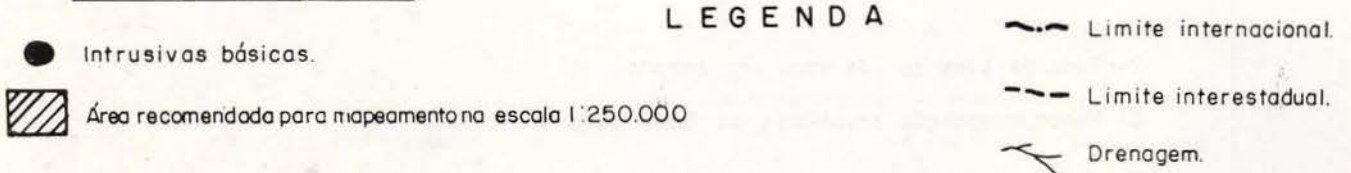
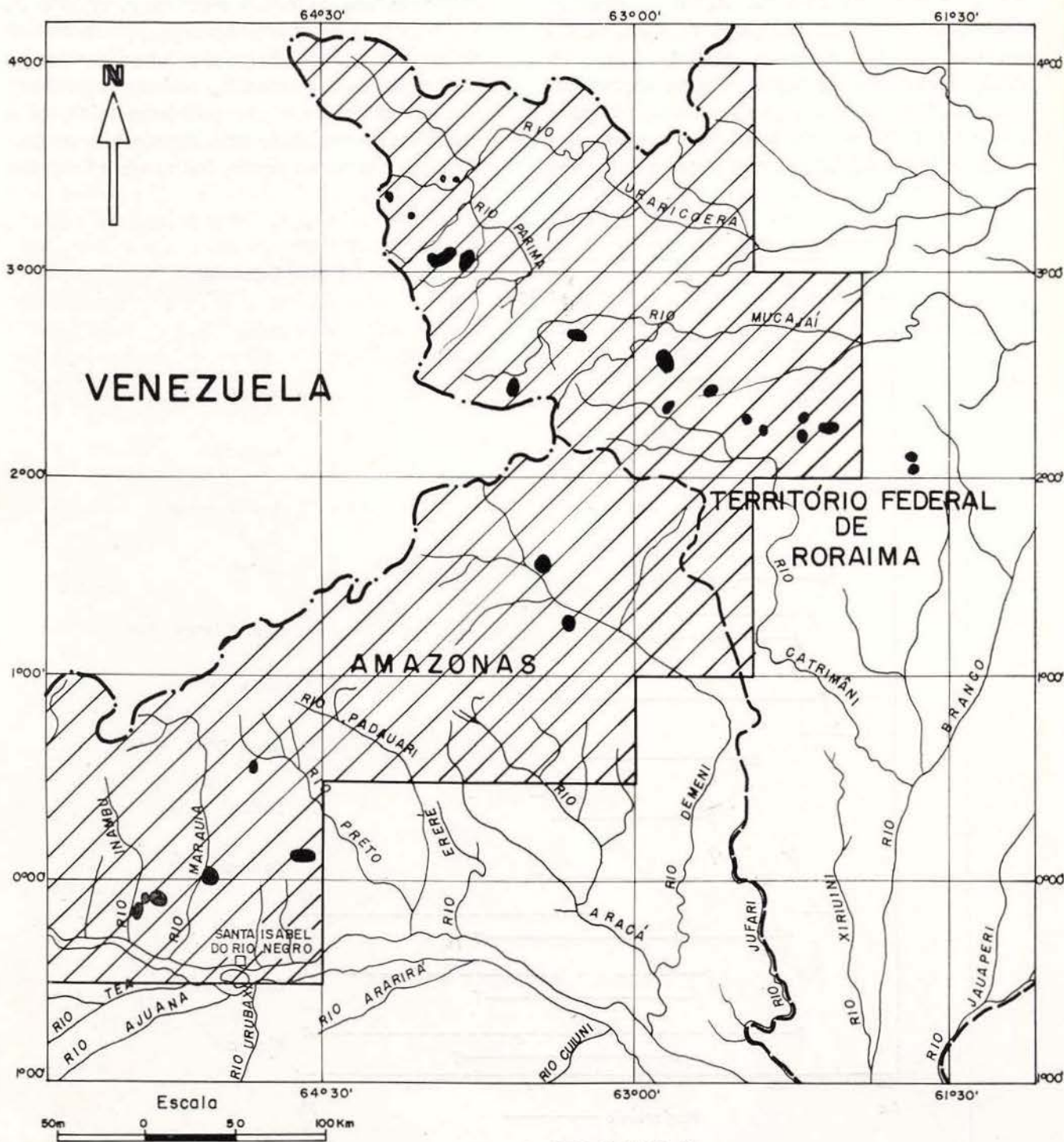


Figura 8 — Ocorrências de intrusivas básicas com possíveis diferenciações ultrabásicas no Amazonas e Território Federal de Roraima.

mais ultrabásicas, como o caso do ponto 3. Assim, apesar de encerrarem rochas aluminosas teoricamente calco-alcálicas, a Suíte de Tapuruquara não corresponde a uma típica série vulcânica calco-alcálica, já que o grau de diferenciação observado parece ter sido bastante baixo, com inexistência de membros ácidos e intermediários, além dos teores em ál-

calis ser muito baixo, ao contrário do que ocorre com as suítes calco-alcálicas clássicas, como Uatumã (Santos, 1977) e Cascades. No diagrama AFM (Figura 6) observa-se que as rochas mais diferenciadas, com menores índices de diferenciação são mais magnesianas, com a linha de descendência dirigindo-se ao vértice FeO, com um trend a grosso modo pa-

TABELA 1 — Composição e classificação modal de rochas da Suíte Ignea Tapuruquara

AMOSTRA	PLAGIOCLÁSIO			AUGITA	ENSTATA	OLIVINA	HORN- BLENDA	SERPEN- TINA	MINERAIS OPACOS E CARBONA- TOS	CLORITA	EPIDOTO	BIOTITA	APATITA	HIPERS- TÊNIO.	CLASSIFI- CAÇÃO
	BITOWNI- TA	Bitowni- to Lo- prodrítico	LABRA- DORITA.												
CB-021	3,10			72,50	10,20	7,60	4,70	1,10	0,80						OLIVINA WE BSTERITO.
CB-021	2,80			73,40	8,20	8,40	3,40	2,50	1,30						OLIVINA WE BSTERITO.
CB-024		3,50		64,50	10,70	12,10	6,20	1,90	1,10						OLIVINA WE BSTERITO.
MÉDIA (3 amostras)	3,10			70,10	9,70	9,40	4,80	1,80	1,10						
CB-024		2,30		45,90	7,70	38,20	3,30	2,00	0,60						HERZOLITO
CB-019		49,60		31,70		7,20	2,40	1,0	0,70					7,40	OLIVINA GABRO NORÍTICO
CB-019		55,80		29,70		3,70	4,10	0,50	0,30					5,90	OLIVINA GABRO NORÍTICO
CB-036			52,37	31,64		13,75	0,55	1,64							OLIVINA GABRO
CB-037		44,00		28,10		8,30	3,80	9,40	0,10					6,30	OLIVINA GABRO NORÍTICO
CB-052	45,80			33,30		10,70	1,90	2,50	0,30					5,50	OLIVINA GABRO NORÍTICO
HA-058	51,16			18,72		7,47	4,76	11,91	0,10					5,88	OLIVINA GABRO NORÍTICO
HA-067		55,50		83,50		14,20	0,50	1,20	0,20					4,90	OLIVINA GABRO NORÍTICO
JL-103	56,20			28,50		10,90	0,60	1,60	0,10					2,10	OLIVINA GABRO NORÍTICO
VC-050			44,8	30,70		3,10	9,60	4,40	2,10					5,30	OLIVINA GABRO NORÍTICO
VC-066	53,70			27,30		13,60	0,60	2,00	0,30					2,50	OLIVINA GABRO NORÍTICO
MÉDIA (10 amostras)	50,89			28,32		9,29	2,88	3,62	0,42					4,58	
CB-039			28,48	45,50		9,80	12,64	2,68	0,9						OLIVINA GABRO
CB-020		38,10		2,70			53,80		0,10	2,40	3,40				HORNLEN- DA GABRO.
CB-020		39,30		2,50			46,80			11,00	6,30				HORNLEN- DA GABRO
JL-046			49,80	0,60			47,50			4,20	2,40				HORNLEN- DA GABRO
JL-064			31,30	5,80			54,10		0,10	6,30	2,40				HORNLEN- DA GABRO
VC-051			51,00	1,20			37,70		0,10	2,20	6,80	1,90	0,50		HORNLEN- DA GABRO
VC-067		39,80		1,00			52,60		0,60	1,10	3,70				HORNLEN- DA GABRO.
JL-087	36,20			0,80			57,70		0,50	1,50	2,20	1,10			HORNLEN- DA GABRO.
CB-050			32,50	7,40			48,60		0,30	9,10	2,40				HORNLEN- DA GABRO.
MÉDIA (9 amostras)		39,80		2,50			49,90		0,20	4,70	2,90				

TABELA 2 — Análise química quantitativa de óxidos no Complexo de Tapuruquara.

LITOLOGIA	HORNBLENDA - GABRO						OLIVINA - GABRO										OLIVINA - WEBSTERITO E LHERZOLITO			MÉDIA GERAL
	AMOSTRA	CB-018	CB-028	CB-050	JL-064	JL-065	MÉDIA	CB-019	CB-036	CB-039	CB-043	HA-070	HA-081	JL-103	JL-104	VC-050	MÉDIA	CB-021	CB-024	
LOCAL	E-II	E-III	E-III	E-II	E-II	(9 AMOSTRAS)	E-III	E-III	E-III	E-III	E-III	E-III	E-III	E-III	E-III	(9 AMOSTRAS)	E-III	E-III	(2 AMOSTRAS)	(6 AMOSTRAS)
ÓXIDO																				
SiO ₂	45,93	46,23	45,08	44,33	41,68	44,65	45,62	44,57	44,75	44,72	45,24	45,50	44,47	46,09	46,70	45,47	44,24	44,04	44,14	45,01
Al ₂ O ₃	21,84	17,85	19,49	24,60	19,17	20,59	20,19	18,95	15,52	16,72	19,28	16,63	20,66	20,60	16,34	18,32	6,04	9,12	7,58	17,68
Fe ₂ O ₃	1,91	1,89	1,87	1,46	2,39	1,90	0,87	1,51	1,40	1,50	0,77	0,34	0,92	nihil	0,92	1,00	2,32	1,81	2,06	1,36
FeO	5,53	4,90	4,68	3,92	11,16	7,15	5,64	6,16	6,27	6,54	5,30	5,65	5,56	5,70	5,35	5,81	7,70	11,12	9,41	6,32
MnO	0,17	0,18	0,18	0,12	0,35	0,20	0,20	0,17	0,20	0,20	0,11	0,31	0,15	0,28	0,18	0,20	0,21	0,19	0,20	0,20
TiO ₂	0,41	0,39	0,40	0,14	0,89	0,45	0,38	0,38	0,33	nihil	0,14	0,50	nihil	0,41	0,31	0,27	0,82	0,31	0,56	0,36
CaO	13,64	15,57	15,49	14,22	14,46	14,68	14,85	12,62	16,16	15,12	15,13	15,72	14,82	15,90	15,11	14,96	15,97	10,54	13,25	14,68
MgO	6,82	10,79	11,98	6,20	7,23	8,60	10,90	14,12	13,71	8,39	12,10	12,65	12,52	10,19	8,76	11,51	18,69	21,72	20,20	11,68
Na ₂ O	1,31	0,95	0,68	0,87	1,31	1,02	1,14	0,84	0,74	1,28	0,87	0,74	0,81	1,10	1,18	0,96	1,37	0,59	0,98	0,99
K ₂ O	0,30	0,49	0,12	0,18	0,15	0,25	0,06	0,06	0,12	0,12	0,09	0,90	0,06	0,16	0,09	0,18	0,49	0,31	0,4	0,23
P ₂ O ₅	0,11	0,07	0,04	0,06	0,19	0,09	0,04	0,06	0,06	0,11	0,06	0,09	0,05	0,08	0,04	0,06	0,10	0,10	0,1	0,07
H ₂ O ⁻	0,07	0,01	0,03	0,06	0,19	0,07	0,16	0,08	0,02	0,19	0,08	0,23	0,14	0,19	0,09	0,13	0,15	0,18	0,16	0,10
P.F. a 1000°C	1,28	1,35	0,63	0,78	0,55	0,92	0,47	0,46	1,94	1,86	0,37	0,39	0,35	0,16	0,56	0,68	0,95	0,53	0,74	0,78
TOTAL	99,09	100,6	100,67	96,94	99,72	100,67	100,52	99,98	101,23	96,85	99,54	99,65	100,43	100,86	95,50	99,53	99,07	100,61	99,84	99,45

TABELA 3 — Composições normativas das rochas da Suíte Ignea Tapuruquara.

Algumas características...

LITOLOGIA	HORNBLENDA - GABRO						OLIVINA - GABRO										OLIVINA- WEBSTERITO E LHERZOLITO			MÉDIA GERAL	
	AMOSTRA	CB-018	CB-028	CB-050	JL-064	JL-065	MÉDIA	CB-019	CB-036	CB-039	CB-043	HA-070	HA-081	JL-103	JL-104	VC-050	MÉDIA	CB-021*	CB-024		MÉDIA
LOCAL	E - II	E - III	E - III	E - II	E - II	15 AMOSTRAS	E - III	E - III	E - III	E - III	E - III	E - III	E - III	E - III	E - III	15 AMOSTRAS	E - III	E - III	2 AMOSTRAS	15 AMOSTRAS	
MINERAL																					
ORTOCLÁSIO	1,66	2,78	0,70	1,11	0,88	1,46	0,55	0,56	0,70	0,66	0,55	5,30	0,55	0,94	0,53	1,06	—	1,83	0,75	1,20	
ALBITA	11,00	7,33	5,76	7,33	3,26	8,12	7,86	7,07	0,70	9,09	6,28	2,88	5,76	3,35	9,97	7,34	—	4,98	—	5,78	
ANORTITA	52,82	43,09	49,67	62,55	45,95	50,82	49,76	47,68	38,60	38,57	48,37	39,35	52,54	50,97	38,92	45,09	8,87	21,29	15,09	43,06	
NEFELINA	—	0,36	—	—	4,22	0,28	0,93	—	3,03	0,71	0,56	1,81	0,56	3,32	—	0,43	6,27	—	4,49	1,36	
DIOPSÍDIO	WOLASTONITA	5,91	14,03	11,25	4,44	10,28	8,95	9,86	6,03	17,20	14,05	10,74	13,70	7,42	11,99	14,94	12,01	24,12	12,67	20,87	11,79
	ENSTATITA	3,80	10,2	8,25	2,98	5,17	5,00	6,8	4,33	12,30	12,38	7,54	9,64	5,20	7,78	9,91	8,35	17,70	8,70	14,98	8,29
	FERROSSILITA	1,71	2,50	1,78	1,12	4,87	2,93	2,24	1,15	3,33	5,1	2,26	2,87	1,58	3,04	3,92	2,77	4,15	2,93	3,97	2,78
HIPERSTENIO	ENSTATITA	7,00	—	—	9,71	—	—	3,9	—	—	—	—	—	—	4,80	—	—	—	—	—	1,58
	FERROSSILITA	3,16	—	—	3,56	—	—	0,81	—	—	—	—	—	—	1,70	—	—	—	—	—	0,57
OLIVINA	FORSTERITA	4,27	11,62	15,00	1,89	8,90	11,44	14,14	18,75	15,20	5,89	15,71	15,22	18,13	12,55	8,53	14,22	20,07	31,64	24,60	13,48
	FAIALITA	2,55	3,26	3,57	0,76	9,42	6,39	5,30	5,74	5,30	5,61	5,39	5,01	6,01	5,44	2,55	5,4	5,81	12,25	8,26	5,23
MAGNETITA	2,78	2,78	2,71	2,08	3,47	2,76	1,16	2,9	2,03	2,15	1,16	0,49	1,39	—	1,34	1,45	3,36	2,63	2,99	2,02	
ILMENITA	0,76	0,76	0,76	0,30	1,68	0,85	0,76	0,77	0,62	—	0,30	0,95	—	0,76	0,59	0,51	1,55	0,59	1,06	0,69	
APATITA	0,25	0,16	0,10	0,16	0,44	0,21	0,10	0,14	0,14	0,33	0,33	0,21	0,10	0,16	0,10	0,14	0,24	0,24	0,24	0,33	
TOTAL	97,67	98,87	99,55	97,98	98,54	98,53	99,46	99,83	97,48	95,04	99,19	99,34	99,24	100,39	95,	9,	101,73	99,84	98,54	98,70	
INC	31,94	45,15	46,32	26,83	43,79	38,32	40,26	50,41	55,98	45,58	43,10	47,88	39,73	41,75	46,26	44,62	76,81	71,41	76,73	47,07	
CNP	82,76	85,46	89,6	89,51	93,37	85,54	86,36	87,09	88,29	80,93	88,51	93,18	90,12	93,83	79,60	84,84	45,43	81,04	66,84	84,69	
DI	12,66	10,47	6,46	8,44	8,36	9,86	9,34	7,63	4,44	10,46	7,39	9,99	6,87	7,51	10,5	8,83	8,53	6,81	6,48	8,49	
CLASSIFICAÇÃO NORMATIVA	OLIVINA TOLEÍTO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO	OLIVINA TOLEÍTO	OLIVINA BASALTO ALCALINO		OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA BASALTO ALCALINO	OLIVINA TOLEÍTO					

TABELA 4 — Associação de elementos-traço mais significativa em rochas da Suíte Ígnea Tapuruquara.

	Nº AMOSTRA	V	Cr	Cu	Ni	Co	Co / Ni
HORNBLENDA - GABROS	CB-018	200	150	200	50	100	2,00
	CB-020	150	1500	500	70	70	1,00
	CB-028	100	1500	10	100	70	0,70
	CB-050	150	3000	70	200	70	0,35
	JL-064	100	500	50	100	70	0,70
	JL-065	500	100	500	50	70	1,40
	VC-051	200	300	200	150	70	0,47
	MÉDIA	200	1007	219	103	74	0,94
OLIVINA - GABROS	CB-019	100	700	200	150	70	0,47
	CB-036	50	1000	150	200	100	0,50
	CB-039	150	700	200	200	100	0,50
	CB-043	70	700	30	150	70	0,47
	HA-070	70	1500	150	300	70	0,23
	HA-081	100	3000	200	300	100	0,30
	JL-103	50	500	200	200	70	0,35
	JL-104	50	500	200	100	70	0,70
	VC-050	200	700	200	200	50	0,25
	MÉDIA	93	1033	170	200	78	0,42
ULTRABASITOS	CB-021	300	5000	70	150	70	0,47
	CB-024	100	3000	7	500	100	0,20
	MÉDIA	200	4000	39	325	85	0,34

OBS: Valores em ppm.

ralelo à linha FeO-MgO. O enriquecimento em ferro durante a diferenciação, explicado por Osborn (1962) e Miyashiro & Shido (1975) como relacionado com baixas fugacidades de oxigênio, é a característica principal das séries toleíticas. Porém, como foi assinalado anteriormente, a suíte Tapuruquara é rica em Al₂O₃ e CaO, fato que não ocorre com os principais exemplos de rochas toleíticas, conforme as composições químicas relacionadas por Irvine & Baragar (1971) e por Le Maître (1976). Dessa forma, admite-se que a associação básico-ultrabásica não tenha características típicas nem de uma série calco-alcalina e nem de série toleítica.

Aproxima-se mais, quimicamente, de rochas ricas em alumina, já que os basaltos "high-alumina" de Kuno (1960) podem apresentar uma diferenciação com enriquecimento em ferro (Alsac, 1971), como o caso de Skaergard, classificada por Kuno (1968) naquela série.

O conteúdo de CaO das rochas gabróicas, juntamente com a elevada proporção de Al₂O₃, representam as principais características químicas destas rochas. Os valores percentuais de CaO de Tapuruquara são comparados abaixo com os conteúdos médios de rochas básicas, todos de acordo com Le Maître (1976):

	% CaO	FeO total	MgO	TiO ₂	N.º análises
Hornblenda-gabros	14,68	8,86	8,60	0,45	5
Olivina-gabros	14,90	6,71	11,51	0,27	9
Gabros	9,58	10,33	7,59	1,12	1.451
Noritos	9,41	9,38	8,73	1,00	211
Diabásios	8,90	11,26	6,40	1,49	405
Basaltos	9,47	10,54	6,73	1,84	3.594
Toleitos	10,36	11,07	7,30	1,98	202

Como se observa, a distribuição a CaO é praticamente a mesma nos hornblenda-gabros e olivina-gabros, o que pode indicar que o excesso de CaO está tanto na estrutura de hornblenda, como na da augita. Assim, como

a quantidade de FeO total é muito baixa nos olivina-gabros (média de 6,71%, confrontável com os valores citados), é provável que a augita seja calco-magnésiana, pobre em ferro.

O pequeno conteúdo de minerais opacos (entre esses destacando-se a ilmenita), chegando à quase inexistência em alguns hornblenda-gabros, é responsável pelos teores muito baixos de TiO₂ detectados nas análises (Tabela 4). Em dois olivina-gabros (CB-43 e JL-103) não foi encontrado TiO₂.

O plagioclásio básico, de alta temperatura, o pauperismo em álcalis e a existência de ultrabásitos associados, são alguns fatores que levam a admitir que a Suíte Tapuruquara derivou-se diretamente do manto. Ademais, a existência de rochas de natureza semelhante a um pirolito, como CB-024 (Iherzolito), cuja composição é suposta como a do manto (Green & Ringwood, 1966), é outro aspecto que reforça a suposição emitida acima.

Observa-se que os teores de TiO₂ e FeO são mais baixos e os de MgO e CaO mais elevados que os existentes em outras rochas básicas da Amazônia e na média geral de rochas basálticas estabelecidas por Goldshmidt (1958) e Le Maître (1976). Essas características refletem-se na composição magnésiana da olivina e no elevado teor de anortita do plagioclásio, fenômenos típicos de diversos complexos básicos associados a diferenciações estratiformes (Figura 7).

Os resultados analíticos por espectrografia em amostras de canga, solo e rocha vieram também a confirmar a constituição básico-ultrabásica das chaminés de Tapuruquara. Se por um lado, os teores de terras raras (Ce, Y, La), Nb e Zr são bastante baixos em toda a área (afastando a possibilidade de existência, pelo menos em proporção considerável de rochas alcalinas), os elementos com valores mais marcantes são Cr, V, Cu, Ni e Co (Tabela 4). O primeiro, em vários pontos alcança elevados teores (até mais de 5.000 ppm), superiores ao valor médio para rochas básicas (300 ppm), podendo esse fato estar relacionado tanto com a existência de diferenciações ultrabásicas, como com a presença de concentrações anômalas de Cr na canga, sob condições favoráveis, sendo esta última considerada menos provável.

CONCLUSÕES

As estruturas circulares de Tapuruquara são representadas por rochas básicas e ultrabásicas resultantes da manifestação de magmatismo de plataforma que remonta ao Proterozóico Inferior, idade determinada a partir de datações efetuadas em duas rochas básicas (CB-020 e CB-043). Na amostra CB-020 a determinação geocronológica efetuada pelo método do K/Ar em plagioclásio forneceu uma idade de 2.250 m.a., enquanto a determinação em piroxênio na mesma amostra acusou 2.910 m.a. A amostra CB-043, datada pelo mesmo método, em anfibólio/plagioclásio, forneceu uma idade de 2.860 m.a.

O método Rb/Sr não foi utilizado em tais datações, tendo em vista o elevado teor em estrôncio presente nas rochas e a quase inexistência de rubídio.

Inicialmente, apenas rochas básicas haviam sido registradas nas estruturas, sendo a presença de ultrabásicas suspeitada devido a dois fatores: os elevados teores de certos elementos-traço, especialmente o cromo (+ de 5.000 ppm) quando comparados com médias de rochas básicas (300 ppm) e a existência, nas rochas gabróicas, de plagioclásio de alta temperatura (bitownita), responsável pelos acentuados teores de CaO (12,5 a 15,7%) acusados nas análises químicas. Em uma seqüência estratiforme clássica (Irvine & Smith 1967), como a de Muskox, no Canadá, ocorrem diferenciações verticais do tipo gabro-websterito-ortopiroxenito-dunito, este com níveis de cromita. É possível admitir, para Tapuruquara (Estruturas II e III), uma diferenciação no sentido hornblenda-gabro/olivina-gabro/websterito/lherzolito, com perspectivas de ocorrer dunito cromífero sob o websterito. Esse "estratiformismo" vertical, mal delineado devido a escassez de afloramentos, encontra apoio no fato de que, na Estrutura III, os hornblenda-gabros ocorrem nas cotas mais superiores, enquanto que o websterito aflora no flanco oeste dessa estrutura, próximo de seu contato com as encaixantes em níveis topograficamente mais baixos. Seguindo essa hipótese, a existência exclusiva de hornblenda-gabros na Estrutura II pode ser explicada admitindo-se um

menor entalhamento erosional, não possibilitando a exposição das rochas mais máficas subjacentes.

Por outro lado, a ausência de rochas menos básicas, como gabros normais (a labradorita), granófiros anortosíticos, etc., seria devido a seu carreamento pela erosão, em ambas estruturas. É possível que as rochas desse tipo ocorram na Estrutura I, fato que poderá ser atestado pela interpretação do levantamento geoquímico, já que nessa área os teores de Cr e Ni são bastante baixos, enquanto a presença de ilmenita (Ti) nos concentrados é constante.

Vários parâmetros, como situação tectônica, posição estratigráfica (pré-Uatumã), forma e dimensão das chaminés, além de distribuição geográfica na mesma província geológica (setor setentrional do bloco central da Plataforma Amazônica), permitem associar em caráter preliminar as intrusões básicas da região dos rios Parima e Mucajaí (Foto 2) com a Suíte Tapuruquara.

Quimicamente, duas análises reveladas por Dall'Agnol & Dreher, em corpos básicos da folha NA.20-V-B, apresentam baixos teores de SiO₂ e excepcionalmente altos teores de Al₂O₃ (mais de 20%), guardando assim certa analogia com os gabros de Tapuruquara. Infelizmente não se dispõe de maiores informações químicas, petrográficas e geocronológicas das dezenas de chaminés que pontilham a área esquematizada na Figura 8. O desenvolvimento de mapeamento na escala 1:250.000 dessa região assoma-se como prioritário, não só por abrigar uma constelação de intrusões graníticas comprovadamente estaníferas — tipo Surucucus, mas também por abrir-se a possibilidade de vir a constituir importante distrito cromífero. Geologicamente das regiões menos conhecidas do país e do mundo, envolvendo mais de 800 km de fronteira com a Venezuela, essa área já foi recomendada para mapeamento pelo próprio Projeto RADAM (Montalvão *et al.*, 1975) e pela CPRM (Projeto Parima).

Por outro lado, sabe-se que embora diversas fontes secundárias de diamante sejam conhecidas na região (Aracá, Surucucus, Tepequém, Tocobirém, etc.), em diversos garimpos existentes na base da Formação Roraima, os

jazimentos primários ainda são desconhecidos. Como os kimberlitos tipicamente caracterizam situação estável na evolução tectônica, não ocorrendo em ambientes orogênicos, é razoável admitir uma idade pós-Transamazônica e pré-Roraima para a fonte primária dos diamantes de Roraima e Venezuela. Dessa forma, conclui-se que os kimberlitos dessa região têm posicionamento cronológico similar às chaminés Tapuruquara/Parima. Especulando mais além, é possível até que existam afinidades genéticas dos kimberlitos com o magma que originou a Suíte Tapuruquara, já que ambos teriam se originado do manto e que somente magmas deficientes em SiO_2 e ricos em Al_2O_3 podem explicar a presença de grana-da em kimberlitos.

Rochas básicas pré-Uatumã, não orogênicas e não metamorfasadas, foram descritas no setor sul da Plataforma Amazônica por Pessoa *et al.* (1977), dispondo-se de apenas duas análises químicas dessas rochas, denominadas "Gabro Ingarana". Trata-se de um olivina-gabro com auréolas de reação, característica das olivinas de basaltos aluminosos (calco-alcálicos), segundo Kuno (1960), fato igualmente observado nos olivina-gabros de Tapuruquara. Os dois exemplos analisados, embora sejam mais ricos em SiO_2 e álcalis que o complexo de Tapuruquara, revelaram igualmente teores notavelmente elevados de Al_2O_3 , ou seja, 25,80% (RL-53) e 21,60% (RO-79).

Presentemente a CPRM está iniciando o desenvolvimento de um levantamento geológico regional no setor ocidental de Roraima, para o DNPM (Projeto Catrimâni-Uraricoera). Espera-se que as novas informações que deverão ser obtidas nos complexos básico-ultrabásicos daquela região possibilitem, por um lado estabelecer o significado dessa manifestação magmática em relação à evolução da Plataforma Amazônica durante o Proterozóico Inferior, e por outro, aquilatar seu potencial geo-econômico, especialmente no que se refere à jazimentos de cromita.

Na área de Tapuruquara foi iniciado um programa de sondagens para o DNPM (Projeto Tapuruquara II), o qual permitirá definir o comportamento espacial dos diversos tipos litológicos das estruturas e verificar a presença ou não de camadas de cromita em subsuperfície.

Algumas características...

SUMMARY

Until recently all basic rocks cropping out in the Amazonian Platform were regarded either as dikes, sills or as flows. Stocks and volcanic pipes were recognized in the Roraima region by RADAM Project geologists, only as late as 1974. Subsequent work by CPRM in the Negro river region established that the Tapuruquara structures named II and III are made up by high alumina gabbros and ultrabasites (olivine-websterite and lherzolite). The gabbros are poor in silica, very poor in $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, and very rich in Al_2O_3 , with a strong subalkaline and a strong subsaturated character. The normative anorthite content is high, ranging from 77% up to 93% (a bytownitic composition), while the differentiation index ($\text{Q} + \text{Ab} + \text{Or}$) is very low, ranging from 5,99 to 12,60, because of the low content in alkalis. The Tapuruquara gabbros are richer in Al_2O_3 than KUNO's high alumina basalt (17,90% Al_2O_3), and they also have a high content of Cr, V, Cu, Ni and Co, particularly the first two, with over than 5,000 ppm in both soil and rock. The complex has a pre-Uatumã age (Early Proterozoic to Archean), while two K/Ar datings performed on whole rock samples gave 2,250 m.y. and 2,910 m.y. ages. Several tectonic parameters such as tectonic setting, stratigraphic position, shape and size of the pipes, geographic distribution, very high Al_2O_3 content, and ultrabasic association, were used to correlate the Tapuruquara Suíte with both the Parima river and the Mucajaí river basic/ultrabasic assemblages.

BIBLIOGRAFIA CITADA

ALSAC, C.

1971 — Essai d'appréciation sur l'utilisation des caracteres magmatiques comme guide de prospection des formations volcaniques. *Bulletin du B.R.G.M.*, 2(6) : 95-130.

ARAÚJO NETO, H. & MOREIRA, H.L.

1976 — Projeto Estanho de Abonari; Relatório Final. BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Manaus SUREG-MA, Convênio DNPM/CPRM, Relat. Inédito, [s, ident.] 2v. il.

ARAÚJO NETO, H. ET AL.

1977 — Projeto Tapuruquara; Relatório Final. Brasil. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Manaus, Convênio DNPM/CPRM, Inédito [s. ident.] (em preparação).

- BELLIZZIA, A.
1975 — Consideraciones petrogenéticas de la provincia magmática de Roraima. (Guyana Venezolana). *B. Geol., Caracas*, il (9) : 53-81.
- BERRANGÉ, J.P. & DEARNLEY, R.
1975 — The Apoteri volcanic formation; tholeiitic flows in the North Savannas Graben of Guyana and Brasil. *Geol. Rundschau*, 64(3) : 883-899.
- DALL'AGNOL, R. & DREHER, A.M.
1975 — Petrografia e amostragem do bloco D-IV, Belém, Projeto RADAM, 1975 (Relatório Interno RADAM, 29-G).
- GOLDSCHMIDT, V.M.
1958 — *Geochemistry*. Oxford, Clarendon Press, 730 p.
- GREEN, D.H. & RINGWOOD, A.E.
1966 — The genesis of basaltic magmas. *Contr. Mineral. and Petrol.*, 15(12) : 104-190.
- GUIMARÃES, D.
1947 — A província magmática do Roraima. *B. Div. Geol. Mineral.*, Rio de Janeiro, 121, 109 p.
- HEBEDA, E.H.; BOELRIJK, N.A.I.M.; PRIEM, H.N.A.; VERDURMEN, E.H.T. & VERSCHURE, R.H.
1973 — Excess radiogenic argon in the precambrian Avanavero Dolerite in Western Suriname (South America). *Earth Planetary Sci. Lett.*, 20(2):189-200.
- HYNDMAN, D.W.
1972 — *Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks* McGraw Hill, New York, 533 p.
- IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A.
1971 — A guide to the Chemical classification of the Common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, (8) : 523-548.
- IRVINE, T.N. & SMITH, C.H.
1967 — The metamorphic rocks of the Muskox intrusion, northwest territories, Canadá. In: WILLIE, P.J. — *Ultramafic and related rocks*. New York, John Wiley & Sons, cap. 2, p. 38-49.
- ISSLER, R.S.
1976 — Estruturas circulares de Tapuruquara. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. RADAM, Relat. Interno, n.º 81-G 13 p.
- KUNO, H.
1960 — High Alumina Basalt. *Journal of Petrology*, 1(1) : 121-145, June.
1968 — Differentiation of basalt magmas. In: HESS, H. & POLDEVAART, A. *Basalts*, v. 2, New York, Interscience, 623-688.
- LE MAÎTRE, R.W.
1976 — The Chemical Variability of some Common Igneous Rocks. *Journal of Petrology*, v. 17(4) : 548-598, Nov.
- MACDONALD, G.A. & KATSURA, T.
1964 — Chemical composition of Hawaiian lavas. *Jour. Petrol.* London, 5, p. 133.
- MELO, A.F.F. DE; CAMPOS, M.F.; CUNHA, M.T.P. DA; DANTONA, R.G. & SANTOS, A.J. DOS
1978 — **Projeto Molibdênio em Roraima; Relatório final.** BRASIL. Ministério das Minas e Energia — DNPM/CPRM. Relat. Inédito, Manaus.
- MIYASHIRO, A. & SHIDO, F.
1975 — Tholeiitic and calc alkaline series in relation to the behaviours of Titanium, vanadium, Chromium and Nickel. *American Journal of Science*, 274, 265-277.
- MONTALVÃO, R.M.G. DE; MUNIZ, M. DE B.; ISSLER, R.S.; DALL'AGNOL, R.; LIMA, M.I.C. DE; FERNANDES, P.E.C.A. & SILVA, G.G. DA
1975 — Geologia. In: BRASIL, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA.20 — Boa Vista e parte das folhas NA.21 — Tumucumaque, NB. e NB.20 — Roraima 428 p. Levantamento de Recursos Naturais, 8).
- OSBORN, E.F.
1962 — Reaction series of subalkaline igneous rock based on different oxygen pressures conditions. *Am. Min.* v. 47, 211-266.
- PESSOA, M.R.; SANTIAGO, A.F.; ANDRADE, A.F.; SANTOS, J.O.S.; OLIVEIRA, J.R.; LOPES, R. DA C. & PRAZERES, W.V.
1977 — **Projeto Jamanxim; Relatório final.** Brasil, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. Manaus, Convênio DNPM/CPRM, Relat. Inédito, 9v.
- SANTOS, J.O.S.
1977 — Características químicas das rochas do Grupo Uatumã — Manaus — Rel. Inédito [v. d.] (em preparação).
- STRECKEISEN, A.
1976 — To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12(1) : 1-33. mar.
- VIÉAS FILHO, J.R. & BONOW, C. DE W.
1976 — **Projeto Seis Lagos: Relatório Final.** Brasil, Ministério das Minas e Energia: Departamento Nacional da Produção Mineral. Manaus SUREG-MA, Convênio DNPM/CPRM, Relat. Inédito [s. ident.] 2v. il.
- YODER, H.S. & TILLEY, C.E.
1962 — Origin of Basalt magmas: An Experimental Study of natural and Synthetic systems. *Journal of Petrology*. London, 3: 342-352.

(Aceito para publicação em 19/10/78)