

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM / CPRM

PROJETO JAIBARAS

F O L H A S

CAMOCIM	—	SA - 24 - Y - A - VI
ACARAÚ	—	SA - 24 - Y - B - IV
GRANJA	—	SA - 24 - Y - C - III
FRECHEIRINHA	—	SA - 24 - Y - C - VI
BELA CRUZ	—	SA - 24 - Y - D - III
SOBRAL	—	SA - 24 - Y - D - IV
IPU	—	SB - 24 - V - A - III

RELATÓRIO FINAL - Vol. II



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
AGÊNCIA RECIFE

— JUNHO 1973 —

PHL
007602
2006

CPRM	I.96	SUREMI SEDOTE
Relatório n.º	ARQUIVO TÉCNICO	
N.º de Volumes:	5	V: 2
OSTENSIVO		

PROJETO JAIBARAS



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

RONALDO MOREIRA DA ROCHA — PRESIDENTE

FRANCISCO MOACYR DE VASCONCELLOS — DIRETOR DE OPERAÇÕES

OSCAR PAULO GROSS BRAUN — CHEFE DO DEPARTAMENTO
DE GEOLOGIA GERAL

CARLOS EUGÊNIO GOMES FARIAS — A G E N T E

MARIO FARINA — CHEFE DA DIVISÃO DE
RECURSOS MINERAIS

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM / CPRM

PROJETO JAIBARAS

AUTORES:

MÁRIO JORGE COSTA

JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA

CARLOS ALBERTO CAVALCANTI LINS

IVANUEL FORTUNATO BACCHIEGGA

CEZAR ROBERTO HABEKOST

WALDEMIR BARBOSA DA CRUZ

RELATÓRIO FINAL - Vol. II



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
AGÊNCIA RECIFE

— JUNHO 1973 —

SUMÁRIO

SINOPSE	1
1 - INTRODUÇÃO	3
1.1 - Histórico	4
1.2 - Objetivos	7
1.3 - Localização e Acesso	8
1.4 - Metodologia de Trabalho	10
1.5 - Trabalhos Anteriores	11
2 - CLIMATOLOGIA E FOTOFISIONOMIA	14
2.1 - Clima	15
2.2 - Vegetação	16
3 - GEOMORFOLOGIA	17
3.1 - Aspectos Descritivos	18
3.2 - Aspectos Evolutivos	24
4 - ESTRATIGRAFIA	27
4.1 - Comentários Gerais	28
4.2 - Pré-Cambriano	33
4.2.1 - Unidade "C" (pré-Cambriano "C")	33
4.2.1.1 - Definição	33
4.2.1.2 - Características Morfológicas	33
4.2.1.3 - Características Litológicas	34
a - Migmatitos homogêneos	34

b - Quartzitos ferríferos e outros	37
c - Cataclasitos	38
4.2.1.4 - Arranjo Estrutural	39
4.2.1.5 - Grau Metamórfico	40
4.2.2 - Unidade "B" - (pré-Cambriano "B")	41
4.2.2.1 - Definição	41
4.2.2.2 - Características Morfológicas	42
4.2.2.3 - Características Petrográficas	43
a - Migmatitos Heterogêneos	44
b - Quartzitos	46
c - Granitóides tipo Araras	49
d - Sienito Tucunduba	50
e - Granitóides pós orogênicos	51
f - Termometamorfitos	52
4.2.2.4 - Arranjo Estrutural	53
4.2.2.5 - Grau Metamórfico	56
4.2.3 - Unidade "A" - (pré-Cambriano "A")	57
4.2.3.1 - Definição	58
4.2.3.2 - Características Morfológicas	58
4.2.3.3 - Características Litológicas	59
a - Quartzitos	60
b - Filitos e Xistos	60
4.2.3.4 - Arranjo Estrutural	64
4.2.3.5 - Grau Metamórfico	67
4.3 - Eo-Paleozóico e Cambro-Ordoviciano	69
4.3.1 - Grupo Bambuí	69

4.3.1.1 - Definição	69
4.3.1.2 - Área de Ocorrência	70
4.3.1.3 - Formação Trapiá	70
a - Definição	71
b - Área de Ocorrência	72
c - Modo de Ocorrência	72
d - Características Petrográficas	75
e - Tectônica	79
f - Ambiente de Sedimentação	80
4.3.1.4 - Formação Caiçaras	81
a - Definição	81
b - Área de Ocorrência	82
c - Modo de Ocorrência	82
d - Características Petrográficas	84
e - Tectônica	85
f - Ambiente de Sedimentação	86
4.3.1.5 - Formação Frecheirinha	87
a - Definição	87
b - Área de Ocorrência	88
c - Modo de Ocorrência	89
d - Características Petrográficas	91
e - Tectônica	92
f - Ambiente de Sedimentação	93
4.3.1.6 - Formação Coreau	93
a - Definição	93
b - Área de Ocorrência	94
c - Modo de Ocorrência	95

d - Características Petrográficas	97
e - Tectônica	100
f - Ambiente de Sedimentação	101
4.3.1.7 - Idade e Correlação Estratigráfica	101
4.3.2 - Granitóides tipo Meruoca	104
4.3.2.1 - Generalidades	104
4.3.2.2 - "Stock" granítico de Mucambo	106
a - Definição	106
b - Petrografia	107
c - Petroquímica	109
4.3.2.3 - "Stock" granítico Meruoca-Rosário	110
a - Definição	110
b - Petrografia	112
c - Petroquímica	114
4.3.2.4 - Aspectos Genéticos	115
4.3.3 - Grupo Jaibaras	117
4.3.3.1 - Definição	117
4.3.3.2 - Área de Ocorrência	120
4.3.3.3 - Formação Massapê	121
a - Definição	121
b - Área de Ocorrência	122
c - Modo de Ocorrência	123
d - Petrografia	124
e - Tectônica	125
f - Ambiente de Sedimentação	126
4.3.3.4 - Formação Pacujá	127

a - Definição	127
b - Área de Ocorrência	129
c - Modo de Ocorrência	129
d - Petrografia	132
e - Tectônica	135
f - Ambiente de Sedimentação	135
4.3.3.5 - Formação Parapuí	137
a - Definição	137
b - Área de Ocorrência	138
c - Modo de Ocorrência	139
d - Petrografia	142
d.1 - Nomenclatura das Rochas	143
d.2 - Caracterização das fácies petrográficas	145
d.2.1 - Associação Espilito-Quera tófiro	145
d.2.2 - Rochas Eruptivas Normais	150
d.2.3 - Complexo Filoniano	153
e - Petroquímica	159
e.1 - Generalidades	159
e.2 - Conceito e Terminologia	160
e.3 - Caracterização Petroquímica	163
e.4 - Valor metalogenético do vulcanismo Parapuí	169
4.3.3.6 - Formação Aprazível	171
a - Definição	171
b - Área de Ocorrência	172
c - Modo de Ocorrência	173

d - Petrografia	174
e - Tectônica	176
f - Ambiente de Sedimentação	176
4.4 - Paleozóico da Bacia do Meio Norte	178
4.4.1 - Formação Serra Grande	178
4.4.1.1 - Definição	178
4.4.1.2 - Área de Ocorrência	179
4.4.1.3 - Modo de Ocorrência	179
4.4.1.4 - Caracteres Petrográficos	180
4.4.1.5 - Idade e Paleontologia	182
4.4.1.6 - Ambiente de Sedimentação	184
4.5 - Coberturas Cenozóicas	186
4.5.1 - Formação Camocim	186
4.5.1.1 - Definição	186
4.5.1.2 - Área de Ocorrência	187
4.5.1.3 - Modo de Ocorrência	188
4.5.1.4 - Características Petrográficas	189
4.5.1.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação	190
4.5.2 - Grupo Barreiras Indiviso	192
4.5.2.1 - Definição	192
4.5.2.2 - Área de Ocorrência	194
4.5.2.3 - Modo de Ocorrência	195
4.5.2.4 - Características Petrográficas	196
4.5.2.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação	197
4.5.3 - Coberturas Intramontanas	199
4.6 - Sedimentos de Praia e Aluviões	201

4.6.1 - Paleo-Dunas	201
4.6.2 - Dunas Móveis e Sedimentos de Praia	202
4.6.3 - Aluviões	204
5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL	207
6 - GEOLOGIA HISTÓRICA	214
7 - GEOQUÍMICA	212
7.1 - Levantamento de Orientação	223
7.1.1 - Generalidades	223
7.1.2 - Metodologia	223
7.1.3 - Tratamento e Interpretação dos Dados	225
7.1.3.1 - Geoquímica do solo residual de efusivas espilitizadas	226
7.1.3.2 - Variações Verticais e em função do pH	228
7.1.3.3 - Ocorrência da fazenda Campina	229
7.1.3.4 - Geoquímica dos solos de dioritos e gabros	231
7.1.3.5 - Ocorrência da fazenda Urubú	232
7.1.3.6 - Geoquímica do solo do Granito Mucambo	233
7.2 - Geoquímica Regional	236
7.2.1 - Introdução	236
7.2.2 - Metodologia	236
7.2.3 - Tratamento e Interpretação dos Dados	237
8 - GEOLOGIA ECONÔMICA	241
8.1 - Generalidades	242

8.2 - Minério de Ferro da fazenda Angostura	243
8.3 - Fluorita da fazenda Caetano	246
8.4 - Cobre nas fazendas Campina e Urubú	248
8.5 - Calcário de Aprazível e Frecheirinha	251
8.6 - Cianita em Trapiá	254
8.7 - Chumbo - fazenda Saco	256
8.8 - Ouro em Reriutaba	258
9 - CONCLUSÕES	263
10- RECOMENDAÇÕES	269
11- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	271

SINOPSE

Mapeamento geológico na escala 1:100.000 de uma área de 16.500 km² compreendida entre os meridianos 40°W e 41°W e os paralelos 2°30'S e 4°S com extensão até o paralelo 4°30'S, entre os meridianos 40°30'W e 41°W. Aspectos fisiográficos e evolução geomorfológica. Definição das unidades lito-estruturais A, B e C do pré-Cambriano e caracterização dos níveis de migmatização e grau metamórfico alcançados; definição da fácies granulito da Unidade "C"; da fácies almandina-anfibolito da Unidade "B"; ambas migmatizadas, e da fácies xistos verdes nos epimetamorfitos da Unidade "A"; caracterização petrográfica dos tipos litológicos mapeados e descrição do arranjo estrutural das Unidades. Definição de uma nova estratigrafia dos terrenos Eo-Paleozóicos (Grupo Bambuí) e caracterização litológica e estrutural das Formações Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreau, representantes de uma sequência miogeosinclinal, estruturada na fase final dos dobramentos Brasileiros. Caracterização petrográfica e petroquímica dos granitóides intrusivos e pós-orogênicos do tipo Meruoca e diferenciação das fácies calco-alcalina e alcali-potássica; auréola de termometamorfitos no Grupo Bambuí. Posicionamento estratigráfico e geotectônico do Grupo Jaibarras e caracterização de uma sequência basal (molassa) com as Formações Massapê e Pacujá; uma fase vulcânica intermediária definida como Formação Parapuí; uma fase de sedimentação póstuma representada pela Formação Aprazível. Caracterização petrográfica e petroquímica do vulcanismo Parapuí; evolução da série petrográfica consanguínea, basalto-andesito-dacito-

riolito, por diferenciação; caracterização de magmas de filiação toleítica e calco-alcalina s.s.; metassomatose sódica e identificação de uma série espilito-queratófira; zoneamento e alteração hidrotermal do tipo propilítico; mineralizações cupríferas associadas; definição e avaliação da vocação metalogenética do vulcanismo e indicação de áreas favoráveis a mineralizações. Descrição da Formação Serra Grande do siluro-devoniano. Definição da Formação Camocim, de idade miocênica e descrição do Grupo Barreiras indiviso. Descrições das coberturas intramontanas e das paleo-dunas, dunas móveis e aluviões. Arcabouço estrutural regional em blocos tectônicos distintos e individualizados; "horst" Granja; graben Martinópolis; "horst" Tucunduba; graben Bambuí-Jaibaras, este diferenciado em ambiência geosinclinal e cratônica; plataforma de Sobral; sinéclise Paleozóica. Evolução histórica. Geoquímica: de solos de andesitos e efusivas básicas e intermediárias; de solos de dioritos e gabros; de solos do granito Mucambo; anomalias cupríferas; geoquímica regional de reconhecimento. Geologia econômica; ocorrências de fluorita, ferro, cobre, chumbo, ouro, calcário e cianita; descrição e avaliação. Pesquisa de reconhecimento para ouro aluvionar. Recomendação de áreas para projetos de detalhamento.



1 - I N T R O D U Ç Ã O

1.1 - HISTÓRICO

O presente volume corresponde a uma das partes do relatório final do Projeto Jaibaras e trata da geologia e aspectos correlatos da área situada a leste do meridiano 41° W, agrupada em um só volume, em função das semelhanças observadas em seus aspectos geológicos, estruturais e geomorfológicos, de acordo com o que determina as especificações e metodologia do Projeto. Compreende as folhas geológicas de Camocim, Acaraú, Granja, Bela Cruz, Frecheirinha, Sobral e Ipú com um total aproximado de 16.500 quilômetros quadrados, abrigando quatro grandes unidades geológicas, com áreas de ocorrência irregulares e desiguais, individualizadas no mapa de localização da figura 1, a saber: embasamento pré-Cambriano, Eo-paleozóico e Cambro-ordoviciano, Siluro-devoniano e coberturas cenozóicas.

Os trabalhos de campo, nesta área, desenvolvidos em fases intermitentes no período fevereiro/dezembro de 1972, foram executados pelos geólogos MARIO JORGE COSTA, CARLOS ALBERTO C. LINS, IVANUEL FORTUNATO BACCHIEGGA, CESAR ROBERTO HABEKOST, JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA e WALDEMIR BARBOSA DA CRUZ, sendo que os dois últimos desenvolveram seus trabalhos exclusivamente nas áreas de sedimentos siluro-devonianos e coberturas cenozóicas. A interpretação e integração dos dados geológicos coube aos geólogos MARIO JORGE COSTA, IVANUEL FORTUNATO BACCHIEGGA e CARLOS ALBERTO C. LINS, sendo o segundo responsável pela montagem final dos mapas geológicos na área ao sul do paralelo 3° S. As folhas Camocim e Acaraú, foram montadas pelo geólogo JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA. Os estudos e interpretações dos dados petrográficos, petroquímicos e geo

PROJETO JAIBARAS

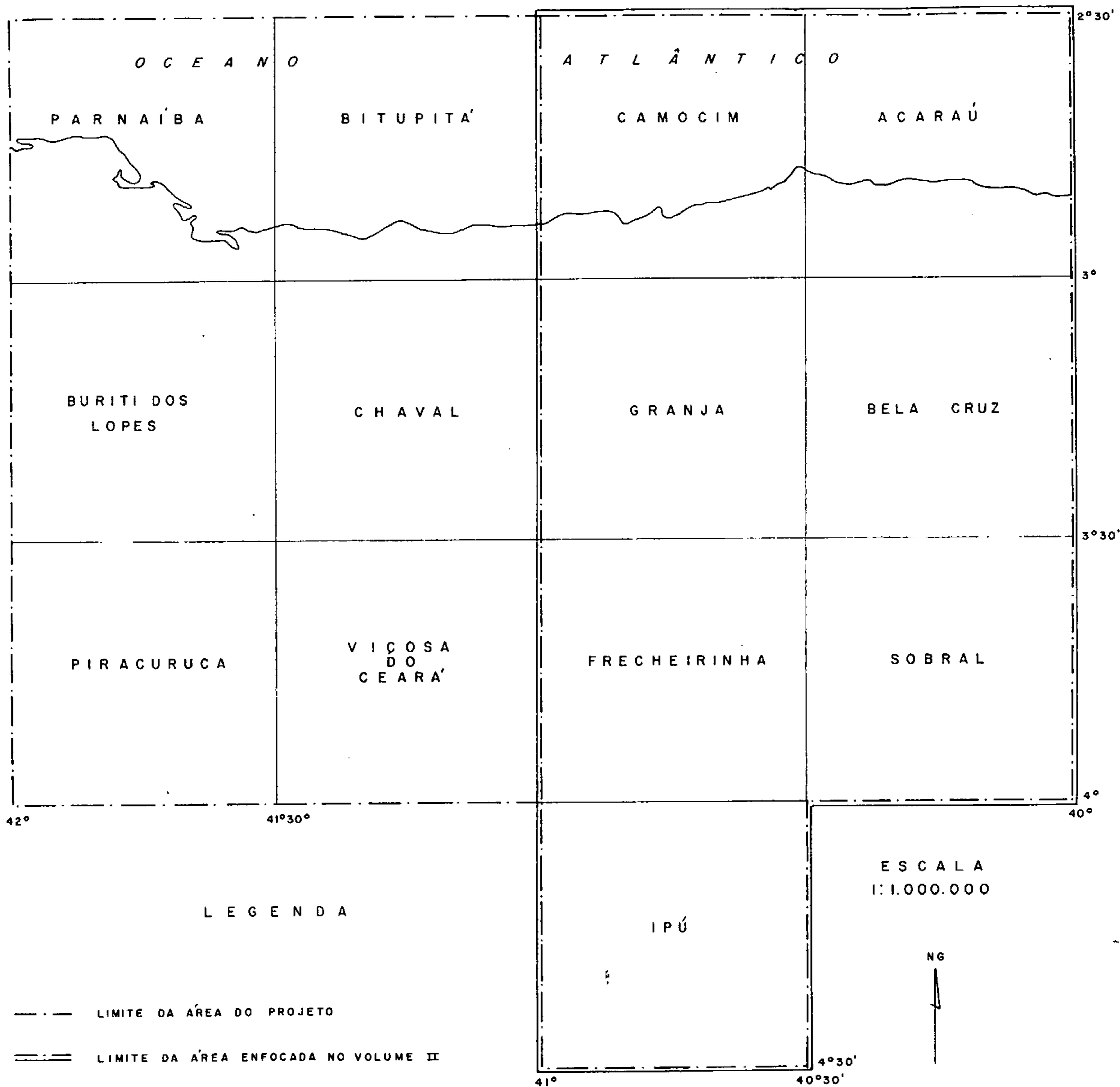


FIGURA-1

químicos, oriundos dos laboratórios específicos foram tarefas do geólogo MARIO JORGE COSTA, chefe do Projeto, a quem coube também a redação do texto deste volume.

Os serviços de laboratório foram executados pelo LAMIM/CPRM e em parte pelos laboratórios da Divisão de Geologia do Departamento de Recursos Naturais da SUDENE em Recife. Da parte do LAMIM/CPRM as análises solicitadas foram executadas pelos seguintes técnicos:

Petrografia: Evaldo Osório Ferreira, Oscar Fuller, Lúcia Maria da Vinha, Jane da Silva Araújo, Carlos Benício Montenegro Melo.

Química: Maria Leopoldina Martins Lastres, Elizabeth de B.B. Winter Pecego, Maria Lucia de Miranda e Lemos, Carmem Lucia S. Roquete Pinto, Hugo Augusto Spinelli, Glória Berenice C.T.C. Brazão da Silva, Maria Yelda Esteves Ramos, Celia Maria Tinoco Aride, Cecile Stark Mayer, Tais Maria Ribeiro Lima, Lilá B. Hargreaves, Cecília M. Coelho, Dora Castro Giasson, Evaldo Dantas, Cecy M. Gonçalves, Esther V. Levy, Mirian Maia Peixoto Viana, Ewerton Marques de Gouvêa, Malvina Pomerancblum, Raif Cesar da Cunha Lima, Ligia Camargo.

Da parte da Divisão de Geologia da SUDENE, colaboraram os seguintes técnicos:

Petrografia: Zenaide Fonseca Mello, Ney Porfírio, e Maria Lúcia S. Vasconcelos.

Química: Antonio José Figueira Ramos (Geoquímica)



Aluisio Delgado (Análise de Rocha e Minérios).

As fotomicrografias que ilustram este volume foram gentilmente obtidas pelo Prof. Aroldo Mello do Instituto de Geociências da U.F.Pe., a quem agradecemos.

1.2 - OBJETIVOS

O Projeto Jaibaras tem por objetivo básico o mapeamento geológico na escala 1:100.000 de cerca de 31.000 km² na região noroeste do Ceará e norte do Piauí. Uma das motivações maiores do Projeto foi sem dúvida a definição em termos litológicos, estratigráficos e metalogenéticos da complexa "sui te" de rochas vulcânicas, plutônicas, epimetamórficas e sedimentares, confusamente atribuídas ao Grupo Jaibaras e a representações do Grupo Bambuí, e que, pela sua ambiência geotectônica singular no contexto geológico do nordeste, estava a exigir um estudo de integração e definição do seu potencial prospectivo. Desta forma, foi orientação do Projeto Jaibaras dispensar uma atenção maior a esta área, visando a definição detalhada dos aspectos geológico-estratigráficos e a reunião de subsídios para a avaliação da vocação metalogênica da mesma. Com efeito, alguns aspectos foram tratados a um nível de detalhe talvez exagerado para a escala do mapeamento, porém, os bons resultados obtidos justificam plenamente a orientação seguida.

No que concerne ao embasamento pré-Cambriano, procurou-se definir os padrões tectônico-estruturais das diversas associações litológicas individualizadas e quando possível o seu relacionamento estratigráfico. As ocorrências minerais em áreas pré-cambrianas foram objeto de atenção especial. Os sedimentos cenozóicos, especialmente a verificação do potencial da faixa costeira com respeito a "placers" ilmeníticos, bem como a possibilidade de ocorrências de concentrações minerais ligadas a processos supergênicos, foram pontos de destaque na programação do Projeto Jaibaras.

1.3 - LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área objeto deste relatório localiza-se na região noroeste do Ceará compreendida entre os meridianos $40^{\circ}W$ - $41^{\circ}W$ e entre a costa atlântica e o paralelo 4° , com uma extensão até o paralelo $4^{\circ}30'$, entre os meridianos $40^{\circ}30'$ e 41° (vide mapa de localização - figura 1).

A região em referência está muito bem servida de vias de comunicações, transporte e suprimento energético. A rodovia pavimentada BR-222 secciona a área no sentido leste-oeste e a rodovia CE-71, parcialmente pavimentada, no sentido norte-sul, e funcionam, como elementos básicos da rede viária regional. Uma densa rede de estradas secundárias de primeira e segunda ordem asseguram o acesso a todos os núcleos populacionais durante a maior parte do ano. A cidade de Sobral, polo de desenvolvimento da região, localizada no setor leste da área em foco é também um importante entroncamento ferroviário da Rede de Viação Cearense, com ramais em operação desde Camocim, até Ipú. A cidade de Camocim, dispõe de porto para embarcações de pequeno calado e ultimamente vem adquirindo importância crescente como porto pesqueiro.

Todas as sedes municipais dispõem de serviços postais e telegráficos da E.B.C.T., porém, apenas Sobral e Ipú são atendidas por serviço telefônico interurbano do sistema de micro-ondas operado pela Companhia Telefônica do Ceará.

O suprimento energético de alta e baixa tensão é eficiente e abundante, estando a região incorporada ao sistema COHEBE-CHESP. Todas as sedes municipais e algumas povoa

ções maiores dispõem de facilidades energéticas. O açude Araras, um dos maiores do Nordeste, situado no limite sul da área, sobre o rio Acaraú, alimenta uma pequena central hidroelétrica, de importância local.

A região não dispõe de serviço regular de aviação. Todas as sedes municipais de maior importância contam com campos de pouso para pequenos aparelhos, sendo que, o de Sobral é homologado para aviões do tipo DC-3.

1.4 - METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia aplicada na área em foco, como de resto para todo o Projeto, obedeceu a técnica clássica consagrada em trabalhos deste gênero. Foram utilizadas fotos aéreas verticais na escala 1:70.000, obtidas em 1969 pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S.A. e como mapas de serviços, fotomosaicos semi-controlados na escala 1:100.000, também fornecidos pela mesma empresa. Em função da importância e maior complexidade geológica, esta região polarizou uma densidade de trabalhos de campo e laboratório bastante superior àquela verificada nas demais áreas do Projeto.

Nas áreas de rochas cristalinas do embasamento pré-Cambriano, executamos um programa de pesquisa geoquímica de reconhecimento, multielementar, em sedimentos de corrente. Visando reunir subsídios para futuros projetos, executamos ainda levantamentos geoquímicos de solo, de caráter orientativo, sobre litologias específicas, na área de rochas vulcânicas e associadas do Grupo Jaibaras.

Os mapas geológicos finais, com exceção da folha Camocim, foram montados nas novas bases planimétricas confeccionadas pela Divisão do Serviço Geográfico do Exército para a SUDENE, na escala 1:100.000, recém impressas e disponíveis apenas no princípio de abril, o que acarretou atrasos na elaboração do relatório final do Projeto.

1.5 - TRABALHOS ANTERIORES

Referências bibliográficas à geologia do noroeste do Ceará são encontradas com relativa frequência, porém, enfocando quase sempre a problemática das bacias eo-cambrianas e cambro-ordovicianas e em menor escala, dos sedimentos siluro-devonianos. O embasamento pré-Cambriano é descrito quase sempre em termos genéricos, com base em observações localizadas.

A primeira referência a geologia da área objeto deste relatório, deve-se a Horácio L. Small (1914), que relata a presença de arenitos castanhos no trajeto Ibiapina-Sobral e nas proximidades de Massapê, e criou o termo "Série Serra Grande" para os arenitos, conglomerados e calcários da região de Ubajara. WILLIAMS (1926) refere-se aos afloramentos de calcários na mesma região, correlacionando-os com litologias semelhantes do rio São Francisco pertencentes a Formação Bambuí. Menciona também as camadas de quartzitos e xistos dobrados dos flancos da Ibiapaba, correlacionando-os a Série Ceará definida por Crandall em 1910. OLIVEIRA E LEONARDOS (1943) utilizam pela primeira vez o termo "Série Jaibaras" referindo-se a afloramentos de conglomerados, arcóseos, arenito e folhelho vermelho arroxeadado ou verde e calcário cinza-escuro, equiparando-a, com reservas, a Série São Francisco-Bambuí, tida como siluriana. PLUMER e CAMPBELL (1949) dividiram a Formação Serra Grande, reconhecendo uma secção basal, conglomerática denominando-a "camadas Ipú". Modernamente, Kegel e colaboradores (1953, 1956 e 1958) reconheceram as linhas gerais do contexto geológico da área em foco. No primeiro trabalho, sistematizaram a estratigrafia das formações sedimentares da

borda oriental da bacia do Meio Norte. Nos demais, estabeleceram o primeiro esquema estratigráfico para as formações eo-cambrianas e cambro-ordovicianas, colocando a Formação Jaibaras, subdividida nos membros Aprazível e Trapiá na base da sequência, sobreposta pela Formação Bambuí. Finalmente, ainda Kegel, (1965), subdividiu o embasamento cristalino do noroeste do Ceará em três blocos orogênicos a saber: "corpo orogênico do Coreaú", na porção noroeste da área aqui referida, "corpo orogênico de Santa Quitéria" na porção leste e "corpo orogênico do Acaraú" na região sul da área.

Trabalhos realizados na região de Sobral e Massapê, (COSTA, 1962; BARRETO, 1962; MANOEL FILHO, 1962) referem-se a Série Jaibaras composta pelos conglomerados e arenitos da Formação Aprazível, enfatizando pela primeira vez a importância de uma fase intermediária de manifestações magmáticas. COBRA, (1963), detalhou a estratigrafia das Séries Bambuí e Jaibaras, colocando aquela, na base da sequência, e indicando a existência de quatro ciclos vulcânicos na área. Tece comentários sobre a ocorrência de ferro de Angostura estudada por OLIVEIRA E SILVA (1963) e RAND (1964). MORAES et alii, (1963), foram os primeiros a apresentar um mapa geológico regional, na escala 1:250.000, abrangendo toda a área aqui enfocada e descrevem sumariamente as rochas do embasamento cristalino. OLIVEIRA E SILVA, (1963), executou mapeamento geológico na escala 1:25.000 englobando a faixa oeste da folha Granja, e SANTOS (1963) estudou o depósito de manganês da fazenda Bodega. Mapeamentos geológicos nas áreas de Ipú e Reiriutaba, (BARRETO, 1963; FARINA, 1963) tecem comentários sobre a natureza do embasamento pré-Cambriano. NASCIMENTO,

(1965) ROCHA, (1965) estudaram pequenas áreas na região de Coreaú, sem contudo esclarecer a problemática estratigrafia local. WINGE, M. (1967), propõe pela primeira vez a denominação "Grupo Jaibaras" subdividindo-o em três sub-grupos: superior (conglomerados brechóides); médio (vulcânicas andesíticas); e inferior (arenitos, siltitos e conglomerados). VANDROS, (1967), apresenta datações radiométricas do granito Meruca e outras rochas magmáticas. A região entre Cariré e Ipú foi ainda objeto de estudos geológicos, (ALBUQUERQUE, 1969; ANDRADE, 1969; CAMPOS, 1969; CORREA, 1969; LEITE, 1969; MARANHÃO, 1969; QUEIROZ, 1969), enfatizando os aspectos litológicos e estruturais do embasamento e as mineralizações associadas, especialmente ouro e veios polimetálicos.

MABESOONE, et alii (1971) apresentam uma revisão da geologia da área e criam novas unidades estratigráficas no âmbito do Grupo Bambuí. Finalmente, DANNI, (1972) descreve com algum detalhe a geologia da porção sudoeste da bacia Bambuí, dispensando atenção ao granito Mucambo e cornubianitos associados.

2 - CLIMATOLOGIA E
FITOFISIONOMIA

2.1 - CLIMA

O clima da região noroeste do Ceará na qual está inserida a área em referência é do tipo estepe-tropical, isto é, quente, semi-árido, tipo Bshw - de Koppen (1948), com a maior parte das precipitações que atingem médias entre 1.000 e 1.200 mm anuais, concentradas no período de dezembro a abril. As chuvas são de carácter esporádico e torrenciais, com forte escoamento superficial, o que provoca o carreamento intensivo dos delgados solos característicos da região. No período de verão, que se estende de maio a novembro, as águas superficiais praticamente desaparecem, transformando os rios e riachos em leitos secos.

Na região da serra Rosário-Meruoca, da mesma forma que em uma estreita faixa ao longo de toda a serra da Ibiapaba em altitudes superiores a 700 metros, desenvolve-se um curioso micro-clima, que apesar de apresentar os mesmos índices de pluviometria das zonas semi-áridas circunvizinhas, conserva elevados índices de umidade durante todo o ano, graças as temperaturas mais baixas destas altitudes.

2.2 - VEGETAÇÃO

A vegetação da região enquadra-se maiormente no tipo "caatinga" característica das zonas áridas e semi-áridas do nordeste. As plantas são predominantemente xerófitas, incluindo membros das famílias das Leguminosas (catingueiras, juremas), Cactaceae (mandacará, xique-xique, palmatória, qui pá), Euphorbiaceae (pinhão bravo, dominante nas áreas de rochas básicas), Bromeliaceae (macambiras, caroas). A vegetação é tipicamente de baixo porte, arbustiva ou rasteira, e as diversas espécies podem ser agrupadas em populações características, condicionadas à litologias específicas. Nas zonas aplainadas de solo arenoso e mormente nas áreas de aluviões dos rios maiores a espécie vegetal dominante é a palmeira carnaúba (*Copernicia cerifera*) de grande importância sócio-econômica na região. Esta espécie vegetal representa o suporte econômico de grande parcela da população rural, seja como produtora da cera, seja como fornecedora de palha para confecção de sacos, chapéus e outros objetos de utilidade.

Nas áreas úmidas das serras desenvolve-se uma capa vegetal de grande porte, densa, semelhante a mata úmida do nordeste oriental. Estas áreas são intensamente cultivadas, incluindo tipos de culturas raras no nordeste, como por exemplo, café, pimenta do reino, etc..



3 - GEOMORFOLOGIA

3.1 - ASPECTOS DESCRITIVOS

Sob o aspecto descritivo, distinguimos na área do Projeto Jaibaras, a leste do meridiano $41^{\circ}W$, quatro unidades morfológicas diretamente condicionadas as variações litológicas e estruturais da região.

A mais extensa destas unidades, corresponde ao peneplano característico das áreas de drenagem dos rios Aracati-Açu, Acaraú e Coreaú, desenvolvido a partir dos níveis de base dos referidos cursos d'água. Este peneplano apresenta uma elevação constante e gradual, desde as áreas limítrofes dos tabuleiros cenozóicos com cotas na faixa 50-100 metros, alcançando valores entre 180-240 metros no limite sul da área, região de Ipú-Reriutaba. Apesar das variações absolutas das cotas, os desníveis permanecem constantes o que resulta em um modelado relativamente uniforme em toda a região. Com exceção das áreas de quartzitos e dos granitos pós-orogênicos, toda a área de ocorrência das rochas pré-cambrianas correspondem a unidade geomorfológica referida. Caracterizam-se por regiões absolutamente aplainadas de solo arenoso delgado, nas áreas migmatíticas, evoluindo para formas de relevo suaves e arredondadas, com solo também pobre e mal desenvolvido em áreas de litologias menos homogeneizadas. Nas estreitas faixas de litologia xistosa, por exemplo na região de Cariré-Groairas e especialmente na ampla área de ocorrência de xistos e filitos da Unidade "A" ao norte da falha Itacolomy, o relevo assume aspecto extremamente recortado, com rede de drenagem densa, do tipo dendrítico. Na área de Ipú, nos flancos da serra da Ibiapaba, observa-se uma elevação acentuada das cotas dos

terrenos cristalinos, até valores da ordem de 350 metros, o que corresponde no local à superfície de deposição da Formação Serra Grande que os recobrem. Nesta frente de escarpa desenvolve-se um relevo jovem com vales paralelos, em "V", característico de regiões em franco processo de retomada erosiva.

A segunda unidade geomorfológica, nos terrenos pré-cambrianos, corresponde as áreas de litologias resistentes ao processo erosivo, isto é, as faixas de rochas quartzíticas e gnaisses quartzosos e aos raros maciços circunscritos de rochas graníticas e sieníticas. Tem maior expressão nas folhas Bela Cruz, Granja e porção norte da folha Frecheirinha, onde forma uma cadeia descontínua de cristas e "hog-backs" elevados orientada grosseiramente de oeste para leste, desde o flanco da Ibiapaba até o vale do rio Acaraú com elevações médias na faixa 500-600 metros, podendo alcançar 800 metros. Intercalam-se às cristas, vales profundamente entalhados, caracterizando um relevo jovem e áspero. Esta cadeia montanhosa recebe, de oeste para leste as denominações locais de serra da Gameleira, São Joaquim, da Gurguéia, Goiana e do Mucuripe. Exemplo típico do condicionamento morfológico às feições lito-estruturais é representado pela serra Dom Simão que forma uma "cuesta" voltada para leste moldada em quartzitos estruturados em anticlinal com caimento para SW. Na área a leste do lineamento Sobral-Pedro II, estas feições são menos conspícuas e resumem-se a "hog-backs", alinhados e pouco elevados, que marcam com precisão as estruturas maiores. Ocorrem preferencialmente na região de Forquilha e ao norte de Groairas. Ainda na área pré-cambriana, são desta

ques morfológicos a serra da Barriga, a leste de Sobral, e a serra Tucunduba a sudeste do açude homônimo, que constituem exemplos de "inselbergs" isolados (vide foto nº 1), tendo como suporte rochas plutônicas de composição granítica e sienítica.

As rochas de idade eo-cambriana e cambro-ordovicianas ocorrentes na área do Projeto Jaibaras, condicionam duas paisagens morfológicas distintas que representam a continuidade e repetição do monótono modelado característico das áreas de rochas pré-cambrianas circunvizinhas.

A primeira unidade desenvolve-se nos terrenos ocupados pelas formações superiores do Grupo Bambuí e pelas formações que compõem o Grupo Jaibaras e corresponde a continuidade do extenso peneplano com cotas variando entre 90-120 m dos vales dos rios Acaraú e Coreau, até 150-180 m em áreas menos dissecadas. São regiões de relevo maduro, com vales abertos onde se destacam raras elevações de perfil achatado. As únicas elevações de destaque, denominadas serrote do Madeiro e do Morro na porção norte do graben Jaibaras, correspondem aos espessos derrames de lavas basálticas e andesíticas espilitizadas, típicas do vulcanismo Parapu. As fácies ácidas destas efusivas na porção centro-sul da bacia, bem como algumas ocorrências do conglomerado Aprazível, manifestam-se morfológicamente como pequenas elevações, que se destacam da planície arrasada e nua, paisagem típica das Formações Coreau e Pacujá, bem representada nas fotos 2 e 3. Ainda no âmbito da área de ocorrência do Grupo Bambuí individualiza-se o modelo morfológico moldado sobre as ardósias e quartzí-

tos das Formações Caiçaras e Trapiá, onde se observa um relevo movimentado com vales estreitos, profundamente entalhados, sem acúmulo de detritos, e que se manifesta em grau maior nos flancos da serra da Ibiapaba, constantemente rejuvenescido pelo recuo da escarpa. Os quartzitos basais da Formação Trapiá são ainda suporte da elevação conhecida como serra da Pananduba com altitudes próximas dos 700 metros e cujos flancos são profundamente entalhados com vales em "V". A auréola de termometamorfitos no entorno do granito Mucambo também tem expressão morfológica em uma sequência de cristas estreitas e alinhadas formando "hog-backs" paralelos ao contato do granito.

Os calcários da Formação Frecheirinha, na faixa de ocorrência próximo a serra da Ibiapaba, em função do maior grau de umidade, condicionam o desenvolvimento de um relevo carstico bastante localizado. As grutas de Ubajara, no Parque Nacional do mesmo nome constituem espetacular exemplo deste tipo de modelo morfológico.

A segunda unidade morfológica, no âmbito das formações eo-cambrianas e cambro-ordovicianas, corresponde a um tipo de relevo montanhoso com cotas de até 1.000 m representada pelas serras Meruoca-Rosário e secundariamente, pela serra do Carnutim (vide fotos 2 e 3). Nas encostas destas serras, com desniveis de até 800-900 metros do peneplano circundante, predominam escarpas abruptas e alcantilados nus com vales em "V" entalhados por enormes blocos e calhaus oriundos dos desmontes das encostas. No topo das serras, entre as altitudes 750-1.000 metros, o relevo conserva-se bastante

movimentado e áspero, porém desenvolvem-se vales abertos, com solo residual espesso e que em virtude da unidade permanente são intensamente cultivados.

Os terrenos cenozóicos de cobertura, que ocupam uma faixa de largura variável ao longo da costa, podendo atingir penetrações de 50 quilômetros para o interior, como ocorre no vale do rio Acaraú, constituem uma terceira unidade morfológica na área objeto deste relatório. Correspondem a uma ampla superfície com cotas de 20 metros no litoral, crescendo de maneira contínua e regular para o interior atingindo valores na faixa 100-110 metros na área a leste de Morrinhos. Esta unidade geomorfológica corresponde aos denominados tabuleiros costeiros, limitados quase sempre por linhas de escarpas de traçado sinuoso e irregular. Na área do Projeto Jaibaras a superfície dos tabuleiros passa sem solução de continuidade para o topo aplainado e nivelado às mesmas cotas, das rochas cristalinas, profundamente intemperizadas e lateritizadas. Na região de Martinópolis e Parazinho, são comuns exemplos desta mesclagem do "glacis" de abrasão e do "glacis" de deposição, aquele correspondente as rochas do em basamento e este aos depósitos cenozóicos. Resíduos desta superfície aplainada são distribuídos esparsamente em todo o vale do rio Acaraú e alcança expressão morfológica de destaque na região do açude Araras, no limite sul da folha Sobral, já com cotas na faixa 200-210 metros, o que representa uma declividade média da superfície desta área até a costa da ordem de 1,5 m/km. Para efeito de sistematização denominamos informalmente esta feição morfológica do noroeste do Ceará de superfície Araras. Ainda no âmbito dos terrenos ceno-

zóicos, temos a considerar as pequenas mesetas oriundas da dissecação de depósitos cenozóicos de "piemont" e vales intramontanos, de expressão maior na folha Granja, individualizados no mapa como Qc, e cujas superfícies tendem a nivelar-se as cotas da superfície Araras.

A quarta e última unidade morfológica ocorrente na região em foco, corresponde a uma porção da serra da Ibiapaba, referida por Kegel, (op. cit.) como a feição morfológica de maior destaque do Nordeste. Estende-se desde o limite sul da área, na folha Ipú até a área de Tianguá, na folha Frecheirinha. Neste trecho a Ibiapaba alcança cotas entre 850-900 metros com desniveis para o peneplano de leste da ordem de 700 metros. Morfologicamente corresponde a uma "cuesta" voltada para o nascente, talhada em paredões e alcantilados de arenitos da Formação Serra Grande, típicos na região de Ipú (vide foto 5) ou em escarpas profundamente recortadas por vales perpendiculares a linha de "cuesta" nas áreas onde o embasamento eleva-se a cotas de até 600 metros (vide foto 6). O reverso da "cuesta" se inclina suavemente para oeste, em concordância com o mergulho das camadas, formando níveis escalonados, desenvolvidos maiormente na área a oeste do meridiano 41°W.

3.2 - ASPECTOS EVOLUTIVOS

A evolução morfológica da área do Projeto Jaibaras, do início do Terciário até a fase atual, pode ser seguida com relativa fidelidade graças aos registros geológicos revelados nos trabalhos de mapeamento. O período pré-Cenozóico no entanto, carece de pontos de referência concretos o que implica necessariamente em uma reconstituição com base em um grau de abstração elevado.

Há evidências da extensão para leste, possivelmente além dos limites da área do Projeto, da cobertura de sedimentos siluro-devonianos da Formação Serra Grande, cujos testemunhos, preservados em Santana do Acaraú, confirmam esta hipótese, já sugerida por AGUIAR (1969). Com efeito, a evolução geomorfológica que resultou no atual modelado da área em foco, teve início com a destruição progressiva das formações siluro-devonianas, evento relacionado possivelmente ao final da primeira e/ou segunda fase da reativação mesozóica da Plataforma ou "reativação Wealdeniana", definida por Almeida, (1966). O processo provavelmente desencadeou-se a partir de reativações dos falhamentos pré-cambrianos, tão comuns no embasamento cristalino, da área, em época contemporânea ou ligeiramente posterior ao magmatismo trapeano de natureza toleítica instalado nas áreas centrais da bacia, acelerando-se com o soerguimento de toda a região noroeste do Ceará, fenômeno que caracteriza a segunda fase da reativação wealdeniana, atribuída ao período Aptiano-Eoceno. Nesta fase, a atual área de drenagem dos rios Acaraú e Coreaú sofreu um processo de abrasão total com o recuo progressivo da escarpa da Formação Serra

Grande. A exumação progressiva da superfície pré-siluriana, permitiu o rápido desmantelamento das áreas cristalinas de litologias brandas, deixando no entanto como testemunhos, espigões quartzíticos elevados, de topo aplainado, que se projetam para leste, quase perpendicularmente a linha de "cuesta", representados hoje pelas cadeias de cristas e "hogbacks" características do relevo, nas áreas ao norte da Serra Meruoca.

A esta fase de denudação possivelmente contemporânea do Ciclo Sul-Americano, BRAUN, (1970), seguiu-se uma pediplanação total e sedimentação miocênica em regiões de abatimento da faixa costeira, representada pelos ortoconglomerados com cimento laterítico da Formação Camocim e mais para oeste, na área do delta do Parnaíba e adjacências pelos depósitos marinhos da Formação Pirabas. A ascensão epeirogênica do continente verificada em época plio-pleistocênica, ALMEIDA; (1969), resultou na formação da superfície arqueada de abrasão/deposição do Grupo Barreiras, que recobre na área do Projeto os sedimentos Pirabas e Camocim. Esta feição foi individualizada como elemento geomorfológico característico da região sob a denominação informal de superfície Araras e representa nesta área as superfícies aplainadas do Ciclo Velhas, BRAUN, (op. cit.). Sobre esta superfície instalou-se a atual fase erosiva, correspondente ao Ciclo Paraguassu, modelando o peneplano característico da região e destruindo-a quase completamente, hoje restrita às áreas de sedimentos do Grupo Barreiras e a testemunhos isolados nas regiões cristalinas.

A evolução geomorfológica da bacia paleozóica do Meio-Norte será abordada no volume III do relatório final do Projeto, que trata especificamente da área a oeste do meridiano $41^{\circ}W$.



4 - ESTRATIGRAFIA

4.1 - COMENTÁRIOS GERAIS

No que concerne às rochas do embasamento pré-Cambriano aflorantes em extensão apreciável na área do Projeto Jaibaras, mormente na porção leste do meridiano 41^o, o critério de mapeamento adotado visou precipuamente a separação de unidades lito-estruturais sem preocupação imediata com o relacionamento estratigráfico. Verificou-se por outro lado, no decorrer dos trabalhos, a inaplicabilidade na área do Projeto dos esquemas estratigráficos em uso na região do nordeste oriental, onde os estudos do embasamento pré-Cambriano, atingiram nível de detalhe maior.

A subdivisão do pré-Cambriano nas Unidades "A", "B" e "C", não tem correspondência com o esquema semelhante adotado no Mapa Geológico do Brasil, (MME-DNPM-1971) e visa tão somente sistematizar a apresentação e discussão das unidades lito-estruturais individualizadas. O empilhamento adotado, sem compromissos do ponto de vista estratigráfico, pode ser tomado em alguns casos, com tal sentido como bem demonstram as evidências de campo. Situações deste tipo, são observadas tanto no âmbito das Unidades individualizadas, quanto no relacionamento de sequências litológicas agrupadas em uma mesma Unidade. Apresentamos a seguir um sumário do esquema lito-estrutural adotado para o pré-Cambriano:

Unidade "C" - a - Migmatitos homogêneos, incluindo embrechitos, anatexitos nebulíticos e tipos granitóides.

b - Quartzitos ferríferos, intercalados na sequência anterior.

c - Granitóides tipo Chaval - Granito porfiróide grosseiro, metassomático, com variações para fácies sienítica.

Unidade "B" -

a - Migmatitos heterogêneos incluindo epibolitos, diadisitos, agmatitos, etc.; núcleos homogeneizados, leptinitos, restos de paleossoma anfibolítico e gnaisses biotíticos com feldspatização incipiente:

b - Quartzitos puros ou muscovíticos, incluindo sequências calco-pelítica e hiper-aluminosa.

c - Granitóide tipo Araras. Granito metassomático equigranular a biotita e hornblenda, com áreas de composição diorítica.

d - Sienito. Tucunduba - Sienito grosseiro, porfiróide variando para quartzo-sienito e grano-diorito.

e - Granitóides pós-orogênicos. Microclina granito, textura porfirítica e pegmatóide, à biotita e fluorita.

f - Termometamorfitos.-Cordierita-calco-hornfels, desenvolvidos a partir de sequência calco-alumino-silicosa, nas áreas de contato com o granito Meruoca.

- Unidade "A" -
- a - Quartzitos puros, eventualmente micáceos.
 - b - Xistos e filitos da fácies xistos-verdes, incluindo sericita-talco-xisto e sericita-muscovita-xisto com lentes quartzíticas intercaladas e calcários impuros.

A Série Ceará, sensu strictu, isto é, incluindo uma sequência basal de quartzitos e uma sequência superior de filitos, xistos e calcários, teria correspondência no conjunto aqui denominado de Unidade A, porém a polêmica criada em torno daquele termo em seus conceitos modernos nos levou a não utilizá-lo, em que pese a frequência com que o mesmo é referido na bibliografia de interesse da área estudada.

Em termos regionais, o embasamento do noroeste do Ceará está incluído nas denominadas "regiões de dobramentos Brasileiros", FERREIRA, (1972), compreendendo áreas cratônicas antigas rejuvenescidas, ao lado de áreas dobradas neste ciclo, estruturadas em blocos limitados por grandes falhas transcorrentes.

Os esquemas estratigráficos propostos por diversos autores para as rochas epimetamórficas do noroeste do Ceará, desde as referências pioneiras de Williams (op. cit.), todas oriundas de trabalhos localizados ou de reconhecimentos lineares, caracterizam-se por apresentar interpretações incoerentes e por vezes conflitantes com os fatos observados em uma pesquisa sistemática e de âmbito regional. O quadro I reúne as diversas colunas estratigráficas propostas para a região e por si só fala da confusão e incoerência reinante sobre o assunto.

A utilização de critérios litológicos para o estabelecimento da estratigrafia mostrou-se falho e inadequado na área em foco, em virtude da extrema semelhança litológica observada entre formações distintas no tempo e no espaço. A não percepção deste fato levou alguns geólogos a proporem em pilhamentos estratigráficos absolutamente discordantes da realidade e que representam apenas uma subdivisão dos tipos litológicos identificados.

Nos trabalhos do Projeto Jaibaras adotaram-se basicamente critérios tectônicos estruturais, resultando no estabelecimento de um novo esquema estratigráfico para a área, que leva em conta o modelo de desenvolvimento geotectônico regional. Foram criadas novas unidades estratigráficas e algumas das antigas foram redefinidas. No quadro I, já referido, ao lado dos diversos esquemas estratigráficos descritos na literatura, figura a coluna composta estabelecida com os trabalhos do Projeto Jaibaras.

SEÇÃO COMPOSTA				DATA	ESCALA	QUADRO
				NOVEMBRO / 1972	1: 5.000	II
IDADE	FORMAÇÃO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
CENOZÓICO	GRUPO BARREIRAS PIRABAS/ CAMOCIM	1100		Aluviões e sedimentos de praia.		
		1085		Paleo dunas, com areia de grã média, bem classificada.		
MESOZÓICO	SERRA GRANDE PIMENTEIRAS CABEÇAS LONGÁ	1055		Areia cinza clara a vermelha, grã média a grosseira argilosa e pouco consolidada.		
		1040		Calcário argiloso, coquinóide e conglomerado com cimento laterítico, mui consistente.		
		1010		Diabásio a augita e plgeonita com diferenciações locais para microtonalito.		
		980		Arenito fino a médio granular, cinza a róseo, siltico, friável, maciço, com camadas de 10 - 15 cm de espessura e estratificação cruzada tipo tabular.		
		870		Folhelho cinza escuro, finamente estratificado, micáceo, siltico, com aspecto varvítico e intercalações de camadas com 2-3m de espessura de arenito fino, creme a avermelhado bem classificado e siltito creme a cinza escuro, argiloso e laminado.		
		760		Arenito de grã média a grosseira, acamamento geralmente irregular, maciços, com intercalações na parte superior, de siltitos cremes, laminados, consistentes, com sinais de reczimento nos contatos com os sills de diabásio.		
		600		Arenito fino, siltico, creme a cinza claro, regular a bem classificado, friável, com intercalações esporádicas de siltito creme laminado.		
				Folhelho cinza escuro ou esverdeado, com frequentes intercalações de arenitos finos, laminados.		
				Folhelho cinza escuro, esverdeado ou arroxeadado, por vezes siltico, algo micáceo, com intercalações de arenitos finos e siltitos finamente laminados.		
				Siltitos cremes a cinzentos, ora argilosos, ora arenosos, finamente estratificados, com camadas de 1-5 cm de espessura, e ocasionais leitos de folhelho cinza esverdeado e arenito fino, micáceo, argiloso, e laminados.		
		Arenito fino, cinza claro, grã fina, regularmente selecionado, em camadas maciças de 20cm a 2,0m de espessura, com raras intercalações de argilitos.				
		Arenito cinza esbranquiçado, fino a médio, parte conglomerático, micáceo, caulínico, friável, em bancos maciços de 40-50 cm de espessura, localmente com estratificação cruzada.				
		Arenito cinza claro, grosseiro, friável, em camadas de até 0.8m de espessura, caulínico, com intercalação de leitos conglomeráticos.				
		Conglomerado constituído essencialmente de seixos e calhaus de quartzo, subangulosos, dispersos em matriz arenosa, grosseira, caulínica, as vezes friável. Localmente exhibe estratificação cruzada.				
		Arenito conglomerático em camadas maciças de 0.8 m, friável, pouco caulínico, com níveis de conglomerado intercalados, com seixos subangulosos de quartzo e matriz areno-siltica.				
		Arenito cinza esbranquiçado, grã média a grosseira, às vezes conglomerático, caulínico localmente friável, em camadas maciças de 0.8 a 1.0m.				
		Arenito grosseiro, creme claro, caulínico, friável, passando na parte superior a conglomerado, com seixos subangulosos de quartzo e subordinadamente de fedspeito caulínizado.				
		Arenito branco, grã média a conglomerática, friável, com intercalações de argilito branco, friável.				
		Arenito conglomerático, branco e avermelhado claro, friável, em bancos maciços, horizontalizados, de 6 a 8m de espessura.				
		Arenito conglomerático, branco, com intercalações de arenito de grã média, friável, caulínico, passando na parte inferior para arenito róseo, arcoseano em camadas maciças de 2 a 3m de espessura.				
		Conglomerado basal, com bancos maciços de 10 a 15m, horizontalizados, com seixos e calhaus de quartzo subarredondados, e matriz arenosa grosseira, mui consistente.				

Para os sedimentos siluro-devonianos da Bacia do Meio Norte, que ocupam amplas áreas das folhas Ipú e Frecheirinha, adotou-se o empilhamento estratigráfico estabelecido por Kegel, (op. cit.), com as modificações propostas por Blankennagel (1952) para as unidades basais da sequência.

A geologia cenozóica na área do Projeto, pouco mencionada na bibliografia específica, revelou aspectos peculiares e inéditos, solicitando o estabelecimento de uma nova coluna estratigráfica. O quadro II sumariza a coluna estratigráfica do Siluro-devoniano e Cenozóico adotada pelo Projeto Jaibaras.

4.2 - PRÉ-CAMBRIANO

4.2.1 - Unidade "C" (pré-Cambriano "C")

4.2.1.1 - Definição

O conjunto litológico individualizado como Unidade "C" do pré-Cambriano corresponde a porção norte do "corpo orgênico do Coreau" definido por Kegel, (op. cit.). Moraes et alii (op. cit.) utilizam a mesma denominação de Kegel e citam migmatitos e granitos como litologias dominantes. OLIVEIRA E SILVA descreve migmatitos ocorrentes ao longo do limite oeste da folha Granja e faz referências de ordem genérica para estas rochas.

Na área aqui referida, a Unidade "C" do pré-Cambriano corresponde a porção do embasamento cristalino situada entre a zona de cisalhamento de Jaguarapi e a costa atlântica, litologicamente constituído por migmatitos homogêneos, e secundariamente, quartzitos impuros, em parte ferríferos, e cataclasitos. Sua área de afloramento ocupa grande parte da folha Granja, além de representações restritas nas folhas Camocim e Acaraú.

4.2.1.2 - Características Morfológicas

A Unidade "C" do pré-Cambriano caracteriza-se morfológicamente por um modelado suave, sub-aplainado, com formas remanescentes de antiga superfície de erosão, grosseiramente

te nivelada às cotas dos tabuleiros cenozóicos, e intensamente dissecada pelo atual ciclo erosivo. Destacando-se do aplainamento generalizado, observam-se cristas e "hog-backs" estreitos e alinhados segundo NE-SW, particularmente frequentes na área ao norte de Granja e na região de Jeriquaquara. Estas faixas quartzíticas, da mesma forma que os importantes falhamentos transcorrentes característicos desta unidade são os elementos responsáveis pelo modelado da linha de costa na área abrangida pelo Projeto, funcionando como suporte dos principais acidentes, entre os quais, a ponta de Jeriquaquara (vide foto 6) é o exemplo de maior realce.

Os solos do pré-Cambriano "C" são escassos, mal desenvolvidos e arenosos, impróprios a culturas. Suportam uma vegetação pobre, arbustiva e extremamente rarefeita, onde apenas a carnaúba tem presença destacada. A rede hidrográfica é relativamente densa e instalou-se segundo as linhas de fraturas das rochas.

4.2.1.3 - Características Litológicas

Duas unidades litológicas, descritas a seguir, foram individualizadas no âmbito do pré-Cambriano "C", na área aqui referida. Não pretende tal divisão nenhum sentido cron-estratigráfico, mas tão somente sistematizar as diferenças litológicas do conjunto.

a - Migmatitos Homogêneos - (pECmi)

Esta unidade representa cerca de 90% da área

mapeada como pré-Cambriano "C" nas folhas de Granja, Camocim e Acaraú. A fácies dos migmatitos homogêneos, largamente dominantes, dá lugar eventualmente a tipos petrográficos classificados como migmatitos heterogêneos, porém sem expressão mapeável na escala adotada.

Os migmatitos homogêneos predominantes, do tipo embrechito, são essencialmente gnaisses de granulação grosseira, de aspecto granitóide com bandeamento irregular e uma xistosidade remanescente, por vezes confusa. No perfil típico da unidade, ao longo da rodovia CE-71, a sul e norte de Granja, estas rochas poderiam ser chamadas com propriedade de gnaisses granitóides ou gnaisses granitizados, no sentido de Jung, (1963). Na área do riacho Gangorra, bem como na faixa costeira de Jeriquaquara e Guriú, são comuns anatexitos nebulíticos gradando para tipos granitóides absolutamente homogêneos e isótopos. Petrograficamente, os embrechitos correspondem a rochas grosseiras, mesocráticas, a biotita e hornblenda, com textura bandeada formada por bandas claras quartzo feldspáticas e bandas escuras, delgadas, de máficos, onde se concentram a hornblenda em cristais prismáticos alongados e a biotita em palhetas alongadas, além do epidoto. Os feldspatos são plagioclásio e ortoclásio em proporções variáveis. Esta fácies petrográfica de maior presença na Unidade "C" do pré-Cambriano tem seus afloramentos típicos nos arredores de Granja, no leito do rio Acaraú e ao longo da CE-71 no trecho Granja-Camocim.

A fácies anatexítica do riacho Gangorra revelou ao microscópio a mesma composição mineralógica dos gnaisses

bandeados de Granja, apresentando, neste caso, aspecto textural irregular, com leitões descontínuos tendendo a homogeneização. O plagioclásio com tendência fenoblástica é dominante em relação ao ortoclásio, ocorrendo em cristais prismáticos geminados segundo a lei da albita. São abundantes os inter-crescimentos mirmequíticos. A muscovita é rara, subordinada a biotita, da qual deriva, sugerindo uma diaftorese incipiente.

De Granja para norte, na estrada para Camocim observa-se uma evolução gradativa dos tipos petrográficos onde o biotita-hornblenda gnaiss cede lugar a litologias mais claras, essencialmente quartzo feldspáticas, com a biotita em quantidades subordinadas, e caracterizadas pela abundância de granada rósea que passa a constituir cerca de 30% da rocha. Esta fácies específica do pré-Cambriano "C" foi descrita como almandina-biotita gnaiss. Os feldspatos são ortoclásio e plagioclásio ácido com geminação albita, e frequentes intercrescimentos mirmequíticos; o quartzo se dispõe em cristais estirados e alongados ou como inclusões nos feldspatos; a granada do tipo almandina, forma porfiroblastos arredondados; a biotita se dispõe em leitões descontínuos como finas palhetas. São acessórios importantes, rutilo e zircão, além de sericita e clorita secundários.

Inclusos nesta sequência destacam-se níveis espessos de uma rocha verde escura de textura granoblástica média, orientada, essencialmente constituída de quartzo, plagioclásio (oligoclásio) e ortoclásio em menor proporção. Os máficos são piroxênio e biotita, aqueles representados por augi

ta e hiperstênio. Os acessórios são almandina, epidoto, clorita e carbonato. A paragênese mineral indica tratar-se de um piroxênio granulito, na forma definida por TURNER & VERHOOGEN (1960) e WINKLER (1967).

Raras ocorrências de migmatitos heterogêneos do tipo diadisito foram assinalados na porção oeste da folha Granja.

b - Quartzitos ferríferos e outros - (pCCqz)

Encaixados concordantemente na sequência migmatítica e morfologicamente diferenciados na paisagem, foram individualizadas lentes estreitas de quartzitos impuros, geralmente micáceos, e frequentemente ferríferos, que chegam a apresentar localmente intercalações de hematita compacta e itabirito quartzoso. São pouco frequentes na folha Granja, assumindo maior presença na região costeira das folhas Camocim e Aca-raú.

Na ponta de Jeriquaquara, acidente de destaque do litoral cearense, observam-se faixas itabiríticas e lentes de hematita compacta irregularmente distribuídas nos espessos bancos de quartzitos puros, laminados (vide foto 6) e extremamente fraturados. Como geralmente ocorre com rochas deste tipo os quartzitos da Unidade "C" do pré-Cambriano não foram afetados pelos processos de migmatização e metassomatose característicos do conjunto.

c - Cataclasitos

Apesar de não individualizada no mapa como unidade litológica, grandes áreas do pré-Cambriano "C" sofreram esforços de cisalhamento ao longo das grandes falhas transcorrentes que seccionam o bloco, resultando em modificações profundas das litologias afetadas. Nas folhas Granja e Acaará, destacamos a zona de cisalhamento de Jaguarapí com largura máxima da ordem de 5 km e secundariamente a zona de cisalhamento de Granja, ambas associadas aos falhamentos de direção NE-SW.

As litologias típicas desta zona são os cataclasitos, que evoluem para milonitos e ultramilonitos nas faixas de maior esforço. No terreno são facilmente identificáveis pela intensa laminação e quebramento das rochas, reduzida a pequenos fragmentos facilmente destacáveis do afloramento e pelo desenvolvimento conspícuo da xistosidade de cisalhamento. Em algumas áreas são frequentes intensa epidotização e cloritização, conferindo a rocha coloração verde. A paragéneses original da rocha é geralmente modificada, substituída por uma assembléia de minerais secundários, representada pela associação albita-epidoto-muscovita-sericita-clorita, em proporções variáveis, em função da mineralogia original da rocha afetada, o que corresponde ao desenvolvimento de fácies de retrometamorfismo, associadas às faixas cisalhadas. Texturalmente, em secção delgada, evidencia-se a obliteração da xistosidade original da rocha pela superposição de forte xistosidade ou clivagem de cisalhamento.

4.2.1.4 - Arranjo Estrutural

A Unidade "C" do pré-Cambriano caracteriza-se por uma extrema pobreza de dobramentos e pelo paralelismo e constância dos elementos planares. Na folha Granja exibe um lineamento contínuo e paralelo correspondente a foliação ou xistosidade das rochas, orientado segundo 50° - 60° Az, e que prossegue para nordeste, sem qualquer variação. Esta estruturação corresponde a uma sequência isoclinal com mergulhos da ordem de 70° - 80° e até sub-verticais para sudeste, admitindo variações locais nas proximidades das grandes falhas, devido a superposição da clivagem de cisalhamento. Nas áreas de rochas mais homogeneizadas a foliação desaparece, diluindo-se consequentemente a lineação.

A feição tectônica de maior realce do pré-Cambriano "C" corresponde aos grandes falhamentos transcorrentes orientados segundo NE-SW. Ao longo destas geoclases desenvolvem-se zonas de intensa milonitização com 1 a 2 km de largura, podendo em alguns casos alcançar 5 km no sentido transversal. A mais extensa destas estruturas corresponde provavelmente à zona de cisalhamento de Granja, mapeada ao longo de 100 km, continuando por sob os sedimentos da bacia do Meio Norte.

A zona de cisalhamento de Jaguarapí e falhamentos menores associados, corresponde ao limite sul da Unidade "C" e a põe em contato tectônico, ora com metamorfitos da Unidade "A" do pré-Cambriano, ora com os sedimentos do Grupo Jaibaras.

Na zona costeira de Jeriquaquara e Guriú, assinalamos os únicos exemplos de dobramentos na Unidade "C" do pré-

Cambriano. São cristas quartzíticas moldadas em dobras apertadas e repetidas com planos axiais paralelos e com forte caimento para NE. Suas dimensões reduzidas impedem de individualizá-las no mapa, onde são representadas como lineamentos estruturais.

4.2.1.5 - Grau Metamórfico

Para definição da fácies metamórfica da Unidade "C" do pré-Cambriano, considerou-se as assembléias minerais descritas nos migmatitos homogêneos não só por constituir o elemento dominante da Unidade como em virtude de suas litologias representativas melhor se adaptarem a este tipo de estudo.

Turner e Verhoogen (op. cit.) descrevem dentro da fácies granulítica, a sub-fácies piroxênio-granulito caracterizada, entre outras, pelas seguintes associações mineralógicas: plagioclásio-hiperstênio-granada (quartzo-pertita); e plagioclásio-hiperstênio-diopsídio (quartzo-ortoclásio). Tais associações são encontradas em amostras oriundas de afloramentos na estrada Granja-Camocim e são diagnóstico as da sub-fácies piroxênio-granulito em uma série com excesso de SiO_2 e K_2O . Na área de Granja e riacho Gangorra as associações minerais do tipo plagioclásio-hornblenda-diopsídio-almandina, correspondem a sub-fácies hornblenda-granulito. Mesmo considerando o número reduzido de observações microscópicas as paragêneses minerais descritas são diagnóstico de níveis metamórficos de alta temperatura e pressão, característicos de

catazona e enquadra a Unidade "C" do pré-Cambriano na fácies granulito, nos conceitos de Turner & Verhoogen (op. cit.) e Winkler (op. cit.).

Associações mineralógicas de baixo grau metamórfico, do tipo albita-epidoto-muscovita, observadas nas zonas de cisalhamento e em menor escala, nos migmatitos homogêneos não cisalhados, testemunham a atuação incipiente de mecanismos diaforéticos nas litologias da Unidade "C".

4.2.2 - Unidade "B" - (pré-Cambriano "B")

4.2.2.1 - Definição

A Unidade "B" do pré-Cambriano, na forma aqui definida, abrange toda a faixa do embasamento ao sul da linha de falha Itacolomy - Tucunduba nas folhas Granja, Santana do Acaraú e Frecheirinha, com exceção da representação de xistos, calcários e filitos a noroeste de Massapê, atribuídos a Unidade "A". Todo este conjunto, corresponde a porção sul do "corpo orogênico do Coreaú" de Kegel (op. cit.). A leste do lineamento Sobral-Pedro II a Unidade "B" está maiormente representada nas folhas Sobral e Ipú e secundariamente nas folhas Bela Cruz e Frecheirinha. No esquema estrutural de Kegel (op. cit.) esta região corresponde a área limítrofe dos blocos denominados "corpo orogênico de Itapagé", "corpo orogênico de Acaraú" e "corpo orogênico de Santa Quitéria".

Litologicamente, a Unidade "B" do pré-Cambriano, corresponde a uma variada e complexa associação de parameta

morfitos. Incluimos ainda na Unidade "B" fácies granitóides sin e post-cinemáticos além de prováveis representações de basitos intrusivos, metamorfizados. Em que pese a heterogeneidade litológica e os diferentes níveis de migmatização do conjunto, observa-se uma certa similitude no estilo tectônico e paralelismo nos "trends" estruturais, o que justifica ao nível de conhecimentos atuais, a inclusão em uma unidade única, dentro da área abrangida pelo Projeto Jaibaras.

4.2.2.2 - Características Morfológicas

A variação litológica observada na Unidade "B" do pré-Cambriano condiciona feições morfológicas diversas.

Nas folhas de Granja e Bela Cruz, a oeste do lineamento Sobral-Pedro II, a presença de espessos pacotes quartzíticos reflete-se morfológicamente em um relevo bastante acidentado com cristas e "hog-backs" empinados, que formam cadeias contínuas orientadas segundo E-W, localmente denominadas de serras da Goiana, Gurgueia, do Cedro, serrote do Pico, etc.. A partir das localidades Tangente e Senador Sá estas cadeias sofrem inflexão para nordeste, terminando na serra do Mucuripe, já no vale do rio Acaraú. A oeste do rio Coreaú, eleva-se a imponente cuesta da serra Dom Simão, voltada para o nascente e entalhada nos mesmos quartzitos já referidos, estruturados em uma ampla anticlinal de aspecto dômico. Ao sul da serra Dom Simão o relevo assume formas agudas e ásperas, suportadas por cristas quartzíticas paralelas, constituindo a denominada serra da Cameleira. Os topos des-

tas cadeias quartzíticas alcançam 600-700 metros, portanto com desniveis da ordem de 500 metros para o peneplano circun_{dan}te.

A segunda feição morfológica da Unidade "B", desenvolve-se maiormente nas áreas a leste do lineamento Sobral-Pedro II nas folhas Bela Cruz, Sobral e Ipú e corresponde ao peneplano de cotas variando entre 100-180 metros, comandado pelo nível de base dos rios Acaraú e Coreaú. Trata-se de um relevo maduro, com formas suaves e bem trabalhadas e acentuado acúmulo de aluviões nos rios maiores. Sobressaem do peneplano, mormente na área a leste do rio Acaraú, "hog-backs" alinhados, de pequena expressão e que marcam os níveis quartzíticos da sequência metamórfica. Nesta área, o elemento morfológico de maior destaque corresponde a serra da Barriga, "inselberg" isolado, (vide foto 1), com altitudes superiores a 800 metros e que marca com absoluta precisão a área de ocorrência dos granitóides pós-cinemáticos. A exemplo do que ocorre em áreas semelhantes do nordeste, predominam aqui solos pobres e mal desenvolvidos e uma vegetação característica de caatinga xala.

4.2.2.3 - Características Petrográficas

A subdivisão aqui apresentada, atribuindo-se denominação informal a algumas unidades, deriva essencialmente das diferenças litológicas observadas na área da Unidade "B" do pré-Cambriano, porém, não têm necessariamente sentido estratigráfico.

a - Migmatitos Heterogêneos - (pEBmi)

As rochas agrupadas sob este título, ocupam cerca de 65% da área de afloramento da Unidade "B", distribuídas nas folhas Granja, Bela Cruz, Sobral, Frecheirinha e Ipú. Morfológicamente, correspondem a áreas de terrenos aplainados ou suavemente ondulados com formas de relevo senis e inexpressivas, que compõem o amplo peneplano característico da região. Apesar da denominação genérica de migmatitos heterogêneos, esta unidade abriga litologias afetadas por diferentes graus de migmatização, desde xistos feldspatizados até núcleos homogeneizados a nível de embrechitos e anatexitos.

As áreas onde a migmatização alcançou estágios mais elevados, situam-se a oeste do lineamento Sobral- Pedro II, nas folhas Bela Cruz, Granja e Frecheirinha. Distinguimos nesta área, ao norte da cadeia de serras quartzíticas da Goiana, Gurgueia, etc., o grande bloco migmatítico Senador Sá-Tucunduba constituído maiormente por embrechitos fitados, núcleos granitizados e uma grande variedade de fácies de migmatitos heterogêneos, tais como, diadisitos, agmatitos, epibolitos, etc.. Apesar desta notável variação de formas predomina uma extrema monotonia nos tipos petrográficos, mormente nas fácies granitizadas. A fácies petrográfica mais comum corresponde aos gnaisses a biotita e hornblenda, geralmente leucocráticos, textura bandeada, cor cinza e granulação fina a média. São tipos de rochas banais, mineralogicamente constituídas por quartzo, microclina e plagioclásio agrupados preferencialmente em bandas claras, intercaladas com bandas escuras onde concentram-se hornblenda verde comum e biotita.

O paleossoma, por vezes bem preservado é quase sempre de natureza anfibolítica constituído por hornblenda, plagioclásio, biotita e quartzo. Nas proximidades da cidade de Marco, em área de cobertura cenozóica, aflora uma rocha escura de textura granoblástica orientada constituída de plagioclásio, quartzo, diopsídio, hornblenda, granada e epidoto. Esta rocha foi interpretada como um escarnito de metamorfismo regional, e ocorrências semelhantes foram assinaladas em outros pontos da área mapeada.

Na região do vale do rio Coreau, ao sul da cadeia de serras quartzíticas, desenvolve-se outra extensa área migmatítica, conservando porém as características litológicas e texturais do bloco Senador Sá-Tucumduba. O único ponto de destaque relaciona-se a ocorrência de leuco-gnaisses quartzo-feldspáticos (leptinitos), dispostos em faixas paralelas, mormente na área a leste do rio Coreau. Sobre estas litologias instalaram-se os vales alongados segundo E-W, característicos da região ao norte da serra da Meruoca, indicando uma íntima associação da sequência quartzo-feldspática com as sequências essencialmente quartzosas das faixas topograficamente elevadas.

Na área a leste do lineamento Sobral-Pedro II, correspondente as folhas Bela Cruz, Sobral, Ipú e Frecheirinha, observa-se uma dominância absoluta de migmatitos heterogêneos, do tipo epibolito, diadisito e mais raramente, agmatitos. Na região de Aracati-Açu, acompanhando os bordos leste e sul da folha de Sobral e em parte da folha Ipú, predomina uma forte tendência a homogeneização constituindo uma nova área de fácies embrechítico com culminações eventuais de granitóides

porfiróides. Excetuando-se estes casos, os tipos petrográfi-
cos dominantes podem ser descritos como gnaisses comuns a bio-
tita e hornblenda, de granulação média a grosseira. Faixas an-
fibolíticas ocorrem intercaladas e em forma lenticular e re-
presentam restos do paleossoma. São rochas escuras de textura
granoblástica hipidioblástica grosseira, essencialmente cons-
tituídas de hornblenda e plagioclásio do tipo andesina-labra-
dorita. Em amostras oriundas do vale do rio Aracati-Açu apare-
cem conspicuamente restos de piroxênio (augita e enstatita)
substituídos por hornblenda, o que sugere uma provável origem
magmática de alguns destes corpos anfibolíticos. A paragênese
típica destas rochas inclui além dos minerais já citados,
biotita, quartzo, epidoto e apatita.

Na área de Sobral e Ipueirinha e ainda na região
de Reriutaba, predominam gnaisses xistosos, biotíticos, com
restos de biotita-xistos grosseiros levemente feldspatizados,
gradando para epibolitos e diadisitos. São raras e limitadas
as secções com material anfibolítico. Ainda em Reriutaba fo-
ram assinaladas lentes estreitas, de pequena expressão, de
calcário cristalino grosseiro, magnésiano, de cor cinza, in-
tercaladas concordantemente na sequência migmatítica.

b - Quartzito - (pEBqz)

Os quartzitos e litologias associadas são responsá-
veis pelas feições morfológicas de maior destaque na área ma-
peada como unidade "B" do pré-Cambriano. Nas folhas Granja e
Bela Cruz os tipos litológicos predominantes são quartzitos
puros em bancos espessos, bastante fraturados. A base da se-

quência, bem exposta na anticlinal da serra Dom Simão e nos flancos norte e sul da serra da Goiana é constituída por quartzitos impuros, feldspatizados e cuja fácies mais característica corresponde a uma rocha de coloração esverdeada e de composição calco-silicatada, conservando porém as características de um quartzito. Ao microscópio exibem textura granoblástica orientada, com um bandeamento mineralógico difuso. As faixas claras, predominantes, são constituídas por um mosaico de quartzo granoblástico e separam áreas de paragênese calco-silicatada, incluindo plagioclásio(oligoclásio), diopsídio, epidoto, carbonato, actinolita e escapolita. Esta paragênese pode variar em alguns afloramentos para a associação quartzo, oligoclásio, epidoto, diopsídio e granada. São acessórios comuns, titanita, apatita e zircão, em grãos automorfos.

Ao norte do riacho Juazeiro, na estrada Coreáú-Mo_uraujo, algumas cristas alongadas correspondem a um quartzito muscovítico no qual as lamelas de muscovita são intimamente associadas a grãos de corindon, denunciando a natureza hiper-aluminosa desta sequência. Quartzitos muscovíticos foram ainda assinalados nos "hog-backs" ao sul de Senador Sá e nas abas da sinclinal da serra do Mucuripe. Nesta área, a unidade de quartzito inclui faixas de natureza xistosa, de pequena possança, intimamente associada com os quartzitos, que não foram separados no mapa.

Na zona a leste do lineamento Sobral-Pedro II, as áreas atribuídas a esta unidade correspondem a litologias relativamente heterogêneas onde os quartzitos desempenham pa-

pel relevante. Seu modo de ocorrência restringe-se a níveis e lentes alongadas e de pequena espessura que se repetem aleatoriamente ao longo do perfil vertical da sequência. Da mesma forma que na região do rio Coreaú exibem nítida relação de concordância com os migmatitos encaixantes e parece constituir a secção média de toda sequência individualizada como Unidade "B" do pré-Cambriano.

Petrograficamente, são quartzitos muscovíticos por vezes xistosos, dispostos em bancos estreitos e superpostos. Nota-se a ausência das espessas e monótonas sequências de quartzitos maciços tão comuns na região ao norte da serra da Meruoca.

Duas fácies petrográficas específicas, de restrita área de ocorrência intimamente associadas a sequência quartzítica, foram incluídas nesta sequência em virtude da impossibilidade de separá-las nas escalas de mapeamento adotadas. Na área de Cariré-Groairas, acompanhando a margem esquerda do rio Acaraú foram assinalados bancos de calcário cristalino puro intercalado em uma sequência calco-pelítica impura representada por gnaisses calco-silicáticos e escarnitos essencialmente constituídos de diopsídio, plagioclásio, tremolita-actinolita, epidoto, carbonato e sericita. Estas rochas gradam para biotita xistos geralmente granatíferos. Ao sul do açude Forquilha nas proximidades das vilas Trapiá e Salgado ocorrem espessos bancos de quartzitos feldspáticos com disseminação de cianita. Associam-se gnaisses a granada, diopsídio e hornblenda, e granada biotita xistos. A presença de cianita ainda que em concentrações sub-econômicas põe em relevo esta fácies hiper-aluminosa da sequência quartzítica.

c - Granitóides tipo ARARAS - (pEBga)

Na área individualizada por Kegel (op. cit.) como "corpo orogênico do Acaraú" e correspondente a região do açu de Araras e da cidade de Ipú, na folha geológica do mesmo nome, identificamos uma fácies granitóide, que pelas suas características peculiares foi individualizada em mapa, adotando-se a denominação informal de Granitóides tipo Araras. Esta litologia foi também mapeada na porção leste e sudeste da folha Sobral, porém atinge sua maior expressão na folha Santa Quitéria, fora da área do Projeto.

Trata-se de um granito cinza claro, grosseiro a médio granular, isótropo, equigranular, formado por feldspato, quartzo transparente, hornblenda e biotita. Por vezes apresenta restos do paleossoma a biotita e anfibólio, na forma de enclaves não digeridos. A homogeneidade litológica reflete-se na diluição das lineações estruturais e ausência de elementos planares, quando observado em foto aérea. Os contatos do granito com os migmatitos heterogêneos encaixantes são de caráter transicional, por vezes discordantes, o que de certa forma sugere um caráter tardi-cinemático do processo de granitização. Não se observa por outro lado, preferência por situações estruturais específicas, com a frente de granitização englobando indistintamente áreas dobradas ou não.

Ao microscópio, exhibe textura hipidiomórfica granular típica, com os cristais de máficos e feldspatos em parte idiomorfos e o quartzo xenomorfo. Os feldspatos são o or-

tooclásio pertítico e o plagioclásio ácido, ambos normalmente bem preservados com pouca alteração e em cristais prismáticos, por vezes com zoneamento, no caso dos plagioclásios e pertitizado no caso do ortoclásio. Os máficos principais são a biotita, em parte cloritizada e a hornblenda verde comum. Além da clorita, são minerais secundários abundantes a sericita e o epidoto. Como acessórios, ocorrem, titanita, zircão, apatita e alanita.

Variações de fácies petrográfica foram identificadas na região de Ipú, onde composições dioríticas e localmente sieníticas tendem a substituir o biotita-hornblenda granito descrito na região de Araras e Aracati-Açú.

d - Sienito Tucunduba - (pEBsi)

Na porção centro-oeste da folha Bela Cruz, a serra Tucunduba constitui feição morfológica isolada com elevação da ordem de 400 metros, destacando-se na monotonia do peneplano arrasado característico das áreas migmatíticas e de coberturas cenozóicas.

Petrograficamente, corresponde a um sienito grosseiro, porfiróide com cristais automórficos maclados de até 8 cm de comprimento, dispersos aleatoriamente em matriz verde escuro médio e fino granular, com pontuações brancas.

Ao microscópio, os feldspatos pórfiros correspondem a oligoclásio com geminação polissintética fina e regular. Na matriz sobressaem pequenos cristais de alcali-felds-

pato, em um mosaico de quartzo, epidoto, clorita e sericita. Não há evidências de metassomatose potássica nem tampouco sinais de corrosão ou crescimento dos grãos de feldspatos, sugerindo, em princípio, uma gênese ligada a processos magmáticos. A composição varia aparentemente de maneira aleatória, desde termos francamente sieníticos predominantes, até quartzo-sienitos e granodioritos. A localização do maciço sienítico Tucunduba entre a zona de cisalhamento de Água Branca e outra faixa de quebramento menor, do lado sul, propiciou o desenvolvimento de cataclasitos e milonitos tanto nas bordas como no interior do maciço. É interessante observar que os esforços de cisalhamento manifestam-se apenas nas zonas de quebramento não se observando nenhuma orientação na rocha, que conserva a grosso modo textura isótropa. Este fato sugere a atuação tardia da tectônica quebrável em relação a "mise en place" da massa sienítica.

e - Granitóide pós-orogênico - (pCBgc)

Como elemento singular no pré-Cambriano da área do Projeto Jaibaras, destaca-se o maciço granitóide da serra da Barriga, de contorno circular e de expressão morfológica marcante, (vide foto 1).

Estruturalmente representa um "plug" granítico com cerca de 3 km de diâmetro, seccionando bruscamente as lineações e estruturas dos paramorfos encaixantes.

Petrograficamente corresponde a um granito grosseiro de textura porfirítica e pegmatóide, branco a cinza

claro. Ao microscópio exhibe textura hipidiomórfica granular grosseira, algo cataclástica, constituído por microclina peritítica, em forma de ripas e cristais subédricos, indicando claramente que pelo menos a última fase da pertitização se deu por substituição. Quartzo e oligoclásio compõem secundariamente o mosaico da rocha. A biotita aparece como acessório principal e a fluorita intersticial e muscovita-sericita, como acessórios secundários. Há uma caulínização seletiva dos feldspatos, atuando nos plagioclásios, enquanto o alcali-feldspato mostra-se praticamente inalterado.

Dentre os granitos pós-cinemáticos, MARMO, (1967) refere-se aos granitos do tipo alpino ou ortoclásio granitos como os mais comumente encontrados. Faz ver no entanto, que alguns granitos pós-cinemáticos da Finlândia correspondem a típicos microclina granitos, essencialmente constituídos por microclina intensamente pertitizada, plagioclásio do tipo oligoclásio (30% An) quartzo e secundariamente, biotita e fluorita. O granito da serra da Barriga apresenta um singelo paralelismo estrutural e petrográfico com os tipos citados por MARMO (op. cit.) devendo ser considerado como um exemplo de microclina granito pós-cinemático. A cataclase incipiente observada em suas fácies de borda deve ser interpretada como efeito de reativações nos sistemas de falhas da região, mormente o sistema Amanaiara-Forquilha que passa nas proximidades do maciço.

f - Termometamorfitos

O "stock" granítico Meruoca-Rosário em seu flanco

noroeste corta litologias da Unidade "B" do pré-Cambriano, propiciando o desenvolvimento de uma ampla auréola de termometamorfitos, parcialmente obliterada pelos depósitos coluviais e falhamentos da borda do granito. Na estrada Massapê-Coreaú, na fazenda Frecheiras, os efeitos térmicos da intrusão granítica manifestam-se na recristalização e rearranjo observado em um biotita xisto bandeado, escuro, que perde praticamente a foliação, resultando em uma rocha extremamente compacta. Na fazenda Recife, bem próximo ao contato com o granito, seus efeitos são mais evidentes com desenvolvimento de um típico "hornfels" de textura granoblástica, constituído predominantemente por cordierita, quartzo, diopsídio, tremolita-actinolita, abundante epidoto (zoisita e pistacita), titanita, óxido de ferro e apatita. Trata-se de um cordierita-calco-hornfels, desenvolvido a partir de uma sequência calco-alumino-silicosa. Estas rochas caracterizam a continuidade da auréola metamórfica condicionada a intrusão granítica Meruoca-Rosário, observada na área de contato da Unidade "A" do pré-Cambriano e dos sedimentos do Grupo Bambuí.

4.2.2.4 - Arranjo Estrutural

No âmbito da Unidade "B" do pré-Cambriano prevalece um estilo tectônico essencialmente plástico secundado por grandes falhamentos orientados segundo NE-SW grosseiramente paralelos ao lineamento Sobral-Pedro II. No bloco a oeste deste lineamento destaca-se, na área ao sul do povoado Paula Pessoa, a anticlinal da serra Dom Simão, uma dobra aberta e simétrica lembrando uma estrutura domica abaulada com a região a-

xial horizontalizada, moldada em quartzitos, e cujo núcleo é ocupado por embrechitos e anatexitos. O eixo do dobramento é orientado grosseiramente segundo E-W com caimento suave e ligeira virgação para sudoeste. No flanco sul da anticlinal desenvolve-se uma sequência de dobras secundárias e paralelas com caimento do eixo para SW. Ao sul desta estrutura, desde a escarpa da Ibiapaba até a serra da Meruoca, bordejando o flanco norte da bacia de sedimentação Bambuí, os quartzitos e gnaisses estão estruturados em dobras paralelas e apertadas com os flancos quase verticalizados e com eixos orientados segundo NE-SW e depois, leste-oeste. Este estilo de dobras apertadas e verticalizadas alcança maior expressão na área ao norte da serra Meruoca, entre o rio Coreau e a falha de Tangente. A superposição nesta área de uma enérgica tectônica quebrável resultou no truncamento de algumas dobras além de deformações e deslocamentos em outras. A falha de Tangente de rejeito horizontal, dextrógiro, parece ter desempenhado papel preponderante neste processo de acomodação de blocos, seccionando e deslocando o bordo oeste da sinclinal da serra do Mucuripe, moldado em quartzitos e com plunge para sudoeste.

A tectônica quebrável, tardia, também atuou intensamente no bloco migmatítico Senador Sá-Tucunduba e na região de Campanário-açude Jerumenha, resultando no desenvolvimento de largas faixas de cisalhamento, marcadas por intenso quebramento e milonitização. O relacionamento tectônico entre os dois grupos de litologias diferenciados no mapa, dentro deste bloco da Unidade "B", a saber, migmatitos e quartzitos, se faz de modo concordante e aparentemente a sequência

quartzítica ocupa posição mediana na estratigrafia da Unidade "B".

A área a leste do lineamento Sobral-Pedro II, nas folhas Bela Cruz, Sobral, Frecheirinha e Ipú, exhibe arranjo estrutural uniforme, o que associado a repetição dos mesmos tipos litológicos sugere tratar-se de uma mesma unidade litoestrutural, não se justificando a individualização em "corpo orogênico do Acaraú" e "corpo orogênico de Santa Quitéria" proposto por Kegel, (op. cit.). Nesta área, às feições estruturais plásticas de maior destaque correspondem a dobras simétricas, abertas, com os eixos orientados grosseiramente na direção meridiana ou segundo NE-SW e com caimento sistemático para sul. A anticlinal do açude Forquilha a sudeste de Sobral e a sinclinal de Reriutaba são exemplos maiores deste estilo de dobramentos. Comparativamente com a estruturação da área a leste do lineamento Sobral-Pedro II, observado rio Coreaú para leste, forte tendência a uma virgação das lineações para NE, particularmente acentuada na região da falha Tangente e serra do Mucuripe, tendendo a uma concordância e paralelismo com as orientações estruturais dominantes no bloco a leste daquele lineamento. Os eixos das dobras exibem sistematicamente caimento para sul, da mesma forma que na área das folhas Sobral e Ipú.

A análise e comparação dos elementos estruturais do pré-Cambriano evidencia o papel fundamental desempenhado pelo lineamento Sobral-Pedro II no desenvolvimento tectonoestrutural do embasamento cristalino da região noroeste do Ceará, com os elementos estruturais amoldando-se à direção

desta geoclase.

Ainda na área a leste de Sobral, os grandes falhamentos orientados segundo NE-SW, superimpostos a tectônica plástica, propiciam truncamentos e deslocamentos de dobras, complicando sobremaneira a interpretação estrutural.

Duas estruturas peculiares foram observadas na folha de Sobral, ligadas a processos intrusivos pós-tectônicos. O microclina granito, pós-cinemático da serra da Barriga, de forma circular, corta bruscamente as lineações estruturais, sem causar modificações ou mudanças notáveis nas mesmas. Na área de Mumbaba, ao sul de Massapê, dentro do graben Jaibaras, aflora representação da Unidade "B" do pré-Cambriano (migmatitos homogêneos), em um bloco limitado por falhas e pelo granito da Meruoca. Esta ocorrência constitui uma típica janela tectônica e a abundância de cataclasitos e milonitos dão conta da natureza enérgica dos esforços modeladores deste enclave tectônico. Este bloco levantado do embasamento estaria possivelmente relacionado com a "mise en place" do "stock" granítico Meruoca-Rosário.

4.2.2.6 - Grau Metamórfico

Apesar das grandes variações na intensidade dos processos de migmatização atuantes sobre os parametamorfitos da Unidade "B" as paragêneses minerais observadas sugerem um quadro relativamente uniforme no que refere ao grau de metamorfismo alcançado.

No caso de rochas hiperaluminosas, aflorantes na área ao norte de Coreaú, assinalamos associações do tipo quartzo-muscovita-corindon. Na região de Trapiá e Salgado, os gnaisses a cianita, granada, diopsídio e hornblenda, caracterizam também uma sequência com excesso em alumínio. Em ambos os casos as assembléias de minerais descritas enquadram estas rochas na fácies almandina anfibolito de TURNER E VERHOOGEN (op. cit.) e de WINKLER (op. cit.).

As rochas calco-silicatadas da área de Groairas e da secção basal dos quartzitos da serra de Dom Simão e serra da Goiana, com associação do tipo oligoclásio-granada-diopsídio-biotita, correspondem também a um metamorfismo da fácies almandina-anfibolito, em concordância com os fatos observados no caso da sequência hiperaluminosa.

Com base nestas observações, atribuímos a Unidade "B" do pré-Cambriano um grau metamórfico equivalente a fácies almandina-anfibolito, sendo possível definir, em algumas áreas a sub-fácies cianita-almandina-muscovita.

Nos hornfels desenvolvidos ao longo do contato do "stock" granítico Meruoca-Rosário a paragênese assinalada, cordierita-quartzo-diopsídio-epidoto-actinolita, caracteriza a fácies hornblenda-hornfels desenvolvida em rochas da sequência calco-alumino-silícosa.

4.2.3 - Unidade "A" - (pré-Cambriano "A")

4.2.3.1 - Definição

As áreas de ocorrência da unidade "A" a leste do meridiano 41° tem sua maior expressão na folha Granja, onde ocupa o bloco limitado pela zona de cisalhamento de Jaguarapí e pela linha de falha Itacolomy-Tucunduba, respectivamente a norte e sul, alongando-se sensivelmente de sudoeste para nordeste, onde desaparece por sob as coberturas cenozóicas, já no limite das folhas Granja e Bela Cruz. No flanco nordeste da serra Meruoca, a noroeste de Massapê, mapeamos uma área de xistos, filitos e calcários em posição tectônica anômala, atribuída com reservas, a Unidade "A" do pré-Cambriano. Estes metamorfitos foram descritos por MABESOONE et alii, (op. cit.) como representações do Grupo Bambuí metamorfisado.

A sequência litológica que compõe a Unidade "A", nas áreas referidas inclui, filitos e xistos de baixo grau metamórfico, quartzitos, calcário cristalino e termometamorfitos, e caracteriza-se pela falta absoluta de evidências de feldspatização ou migmatização.

4.2.3.2 - Características Morfológicas

Morfológicamente são os quartzitos basais a sequência de maior destaque na área de ocorrência da Unidade "A" do pré-Cambriano. Constituem ressaltos topográficos, na forma de paredões alinhados segundo NE-SW, dos quais a serra de São Joaquim com cotas alcançando 500 metros, constitui o exemplo maior. Ao norte de Uruoca, os mesmos quartzitos formam uma li

nha de "hog-backs" com mergulhos para NW, que prossegue até a região de Tucunduba onde constitui as ombreiras do açude de mesmo nome, construído no "water gap" entalhado sobre estas rochas. Os níveis quartzíticos intercalados na sequência de filitos e xistos são também responsáveis por feições morfológicas elevadas, principalmente na região a nordeste de Martinópolis.

As áreas ocupadas por filitos e xistos sofreram um aplainamento total, nivelado às cotas da superfície Araras e atualmente são dissecadas por intensa atividade erosiva, resultando em um relevo extremamente ondulado com rede de drenagem dendrítica de alta densidade. São frequentes nesta área, colinas arredondadas moldadas em litologias profundamente intemperizadas, protegidas por espesso manto laterítico, formando uma típica "duricrust" na superfície do terreno. Este tipo de zoneamento solo-rocha de importância fundamental no desenvolvimento do modelo morfológico da área encontra-se exposto em diversos cortes da ferrovia entre Uruca e Martinópolis (vide foto 7). O solo laterítico predominante nas litologias xistosas da Unidade "A" suporta uma vegetação pobre e esparsa, compondo um curioso modelo de "cerrado". Manchas de vegetação densa, de médio porte, são encontradas no flanco norte da serra Dom Simão associadas a faixas de clorita-talco-xistos.

4.2.3.3 - Características Litológicas

Os metamorfitos da Unidade "A" do pré-Cambriano,

na área de ocorrência a leste do meridiano $41^{\circ}W$ foram divididos em duas seqüências individualizadas, com sentido lito-estratigráfico, esquema que prevalece em toda a área do Projeto.

a - Quartzitos - (pEAqz)

A seqüência de quartzitos, que ocupa posição basal na Unidade "A" do pré-Cambriano, é extremamente monótona do ponto de vista petrográfico. Correspondem habitualmente a quartzitos brancos, puros, em bancos maciços, que preservam em certos pontos as feições primárias da estratificação paralela. Apresentam texturas granoblásticas, com cristais xenomórficos em mosaico, e frequentes feições de recrescimento e bordos denteados. Na parte média e no topo da seqüência são comuns quartzitos muscovíticos, com a muscovita e sericita dispostas em leitos delgados, discretamente dobrados e cujas lamelas exibem bordos esfarrapados. Nas folhas Granja e Bela Cruz esta seqüência está representada na serra São Joaquim e na linha de "hog-backs" Uruoca-Tucunduba. Intercalações quartzíticas na seqüência de xistos e filitos foram assinaladas na região de Martinópolis, a nordeste desta cidade, formando cristas alinhadas, das quais a serra da Tiaia é o exemplo mais importante. Petrograficamente, em nada diferem dos quartzitos basais da Unidade.

b - Filitos e Xistos - (pEAfl)

A seqüência de filitos e xistos da Unidade "A" ocupa cerca de 90% da área aflorante desta Unidade na região a

leste de meridiano $41^{\circ}W$, uma situação aproximadamente inversa daquela verificada na folha Chaval, onde os quartzitos assumem posição destacada. Predominam nesta área filitos e sericita xistos com intercalações eventuais de lentes quartzíticas já referidas.

Em afloramentos, geralmente intemperizados, estas rochas exibem foliação conspícua e cores variando de cinza-clara a cinza-esverdeada, vermelho tijolo e mais frequentemente, castanho avermelhada, devido a quantidades apreciáveis de material limonítico presente. São de granulação fina, lúzidos e sedosos ao tato, especialmente nas faixas talcíferas.

As fácies menos metamórficas desta sequência são representadas por filitos profundamente alterados, que nos afloramentos apresentam-se como material terroso, laminado, lembrando por vezes típicas ardósias, como pode ser observado na área ao sul de Martinópolis. O profundo intemperismo e laterização que afetaram esta sequência (vide foto 7), de caráter generalizado, modificam a mineralogia primária das rochas, reduzida a aglomerados pulverulentos de material argiloso e finos leitos de clorita e sericita. Ao sul do povoado Santa Terezinha ocorre uma faixa de rocha profundamente alterada, de granulometria fina, talcífera, sedosa ao tato e com aspecto fibroso. É recortada por uma densa rede de veios de quartzo, possivelmente ligados a manifestações de natureza hidrotermal. Esta sequência estende-se para leste, paralela a serra de São Joaquim, até o vale do rio Coreaú.

Ao longo da rodovia CE-71 e na estrada velha Campanário-Granja, os filitos adquirem aspecto francamente xis-

tosos, possuem geralmente cor cinza e são constituídos essencialmente de muscovita e grãos de quartzo. Ao microscópio revelam textura granolepidoblástica, com grãos de quartzo distribuídos entre palhetas micáceas ou formando mosaico granular. A muscovita apresenta-se em finas palhetas incolores, até placas grosseiras, como microdobramentos. Em algumas amostras pode ser observado o desenvolvimento de raras palhetas de biotita, de tamanho reduzido, que juntamente com zircão e matéria carbonosa constituem os acessórios da rocha.

Outra fácies petrográfica bastante frequente nesta sequência, especialmente na área da Fazenda Apertado e Serra Tiaia, a nordeste de Martinópolis, corresponde aos quartzo-muscovita-biotita-xistos, que exibem xistosidade bem desenvolvida com alteração de bandas sub-paralelas, micáceas, com muscovita e biotita em palhetas brilhantes e bandas quartzosas claras. Microscopicamente, o quartzo forma mosaicos granoblásticos, entremeados a áreas exclusivamente micáceas, onde a muscovita e biotita apresentam deformações diversas, tais como microdobras, micro-fraturas, estando frequentemente retorcidas. São acessórios, clorita, turmalina e zircão.

Na área de ocorrência a noroeste de Massapê, predominam xistos grosseiros, sem evidências de feldspatização, variando desde muscovita-biotita-quartzo xistos até biotita-xistos. Não foram observados filitos ou rochas afins. Próximo a zona de contato com o graben Jaibaras, ao longo da falha Massapê, ocorrem bancos de calcário cinza-azulado e cinza esverdeado, totalmente silicificado, bem expostos na estrada Massapê-Coreaú. A substituição do carbonato por SiO_2 foi quase

total e corresponde ao processo referido por Kegel, (op. cit.), como persilicificação, comprovada pelo seguinte resultado da análise química: SiO_2 -80,54%, CaO-5,20%, MgO-0,70%.

Outra pequena ocorrência de calcário metamórfico foi assinalada no trecho da R.V.C. entre Massapê e Senador Sá, cerca de 3 km da primeira cidade. Apresentam-se em blocos maciços de granulação fina a média e coloração cinza-azulado, recortados por veios milimétricos de calcita e quartzo e diques de rocha afanítica de natureza basáltica.

Ao longo da borda nordeste do "stock" granítico Meruoca-Rosário, as rochas da Unidade "A" foram afetadas pelos processos de metamorfismo térmico consequentes à intrusão granítica. A melhor região para o estudo das associações minerais termo-metamórficas situa-se ao sopé da serra Meruoca, na estrada Meruoca-Massapê, em rochas da sequência calcopelítica.

Nos afloramentos, os calco-hornfels apresentam-se como rochas densas e compactas, granulação média a fina, geralmente de cor verde, em bancos espessos, conservando os planos de acamamento e/ou xistosidade originais. Microscopicamente, exibem textura granoblástica a poiquiloblástica irregular e mineralogicamente são constituídos de plagioclásio, epidoto (zoisita e pistacita), quartzo, biotita em parte cloritizada, cordierita e wollastonita, além de carbonatos, tremolita-actinolita e titanita. A cordierita apresenta sua alteração habitual em minerais fibrosos, com inclusão de epidoto e titanita.

4.2.3.4 - Arranjo Estrutural

A Unidade "A" do pré-Cambriano, na área a leste do meridiano $41^{\circ}W$, apresenta um arranjo estrutural bastante diferente daquele prevalecente na região serrana dos flancos da Ibiapaba (folha Chaval). Sua principal área de ocorrência nas folhas Granja e Bela Cruz corresponde a um bloco abatido do embasamento antigo, limitado por falhas associadas a zona de cisalhamento de Jaguarapí, ao norte e pela linha de falha Ita colomy-Tucunduba, ao sul, preenchido por rochas metamorfisadas a níveis superiores da fácies xistos verdes, em nítido contraste com as rochas catazonais da Unidade "C", ao norte e mesozonais da Unidade "B", que o limita do lado sul.

No interior deste graben, os xistos e filitos mostram-se intensamente dobrados e amarrotados em um padrão caótico, tornando impossível a reconstituição dos elementos estruturais. Algumas dobras moldadas nas áreas com intercalações de lentes quartzíticas, mostram-se truncadas e deformadas, com deslocamentos visíveis, pelas inúmeras falhas de cisalhamento de direção geral NE-SW, que seccionam a Unidade em blocos alongados e paralelos. Tais falhamentos representam o elemento estrutural de maior destaque no âmbito da Unidade "A", a leste do meridiano $41^{\circ}W$. São responsáveis pelo desenvolvimento de amplas faixas cisalhadas, assinaladas principalmente nas áreas de litologias mais quartzosas e marcadas por eventuais fases silicosas de natureza hidrotermal. O curso do rio Coreáú, na área de ocorrência da Unidade "A", amolda-se frequentemente a estas feições lito-estruturais como bem o demonstram as repetidas quebras bruscas de direção, associadas sempre a

linhas da falhas silicificadas.

A tendência de afundamento deste baixo estrutural do embasamento antigo foi reativada no período cambro-ordoviciano, propiciando o surgimento de grabens ao longo da zona de cisalhamento Jaguarapí preenchidos por sedimentos atribuídos ao Grupo Jaibaras. A mobilidade tectônica desta zona, manifestou-se ainda em época pós-Jaibaras, basculando violentamente representações do conglomerado Aprazível.

A sequência quartzítica basal, de importância secundária nesta área de ocorrência da Unidade "A", apresenta-se sempre com mergulhos da ordem de 70° - 80° para norte e até sub verticais. Nas proximidades de povoado Paula Pessoa ou Itacolomy, na serra de São Joaquim, os quartzitos apresentam-se intensamente dobrados em pequenas dobras recumbentes com planos "S" horizontalizados, culminando com o desenvolvimento de intensa clivagem de plano axial, que chega a obliterar totalmente o acamamento e foliação primária da rocha (vide fotos 8 e 9). Ainda nesta área, ao sul do povoado, os quartzitos da Unidade "A" fortemente cisalhados recobrem gnaisses e quartzitos impuros da Unidade "B" ao longo da falha inversa de Itacolomy, estrutura de âmbito regional, mapeada desde o flanco da Ibiapaba até a região de Uruoca.

Os xistos e calcários mapeados a noroeste de Massapê e atribuídos com reservas, à Unidade "A" do pré-Cambriano, estão estruturados em uma grande anticlinal invertida, cujos flancos mergulham para sudeste com valores da ordem de 20° - 30° , excetuando-se a faixa de borda do Granito Meruoca, onde se observam valores de mergulhos elevados. Do lado leste, a

Unidade "A" exhibe contato tectônico com as formações do Grupo Jaibaras, ao longo da falha Massapé. Do lado oeste o contato com os quartzitos e migmatitos da Unidade "B" é também de natureza tectônica, através da falha Apurinã, uma falha inversa, com baixo ângulo de mergulho para sudeste. Mesmo reconhecendo o paralelismo acentuado dos lineamentos da Unidade "A" com o embasamento subjacente, é evidente a existência de uma acentuada discordância dos valores angulares do mergulho, ao longo da falha Apurinã, especialmente na área ao sul de Tangente. Ainda do ponto de vista tectônico o estilo de dobramentos da Unidade "A" caracterizado por dobras recumbentes com planos axiais tendendo a horizontalização (vide foto 10), está em franco contraste com o modelo de dobras normais com os planos axiais verticalizados, típico da Unidade "B", especialmente na área de Tangente e da serra do Mucuripe.

Do ponto de vista evolutivo, o arcabouço estrutural da Unidade "A" em sua área de ocorrência principal parece ser a resultante de duas fases tectônicas distintas. A primeira fase, de natureza essencialmente plástica, propiciou o dobramento de toda sequência pelítica da Unidade "A", comprimida entre os dois blocos rígidos confinantes do graben. A maximização de tais esforços resultou no surgimento da falha inversa de Itacolomy e no acavalamento incipiente da Unidade "A" sobre o bloco rígido do sul, que funcionou como antepaís. Os esforços compressivos foram substituídos por esforços de natureza cisalhante, resultando na deformação e obliteração quase total dos dobramentos antigos, superimpondo-se ao conjunto uma enérgica tectônica rígida, responsável pelas feições tectônicas de maior destaque da área. A repre-

sentação de xistos e calcário da Unidade "A" na região do açude Apurinã, parece corresponder a um testemunho de uma nova área de ocorrência da Unidade, em condições tectônicas semelhantes a primeira, exumada, pelos sedimentos do Grupo Jaibaras, nesta faixa de extrema mobilidade da crosta.

4.2.3.5 - Grau Metamórfico

As características petrográficas das rochas pelíticas da Unidade "A", aliadas as associações mineralógicas descritas, do tipo clorita-sericita-quartzo; muscovita-clorita-sericita-quartzo e muscovita-biotita-quartzo, enquadram esta sequência nos níveis superiores da fácies xistos verdes. A ausência de albita e epidoto, confirma a natureza incipiente e essencialmente epizonal do metamorfismo que afetou as rochas desta Unidade.

Na auréola de metamorfismo térmico associada ao "stock" granítico Meruoca-Rosário, observa-se uma diversificação maior das fácies metamórficas. Na estrada Massapê-Coreaú, foram descritos xistos a clorita, tremolita-actinolita, quartzo, epidoto e carbonatos, e associações do tipo quartzo-biotita-muscovita-epidoto, que caracterizam a fácies albita-epidoto hornfels, WINKLER, (op. cit.) e correspondem a zonas externas da auréola de contato. Na estrada Massapê-Meruoca, na zona mais próxima ao granito afloram escarnitos com a paragenese: plagioclásio, diopsídio, cordierita, escapolita, wollastonita, quartzo e biotita. Segundo Turner & Verhoogen, (op. cit.), a associação diopsídio-wollastonita é caracterís

tica da fácies piroxênio-hornfels, podendo no entanto ocorrer no limite superior da fácies hornblenda-hornfels. WINKLER(op. cit.), coloca a paragênese acima citada na fácies K-feldspato cordierita hornfels.

4.3 - EO-PALEOZÓICO E CAMBRO-ORDOVICIANO

4.3.1 - Grupo Bambuí

4.3.1.1 - Definição

Deve-se a Williams, (op. cit.) a primeira menção da existência de rochas correlacionáveis a Série São Francisco ou Série Bambuí, na região noroeste do Ceará, referindo-se aos calcários pretos ocorrentes nos arredores de Frecheirinha. No modelo estratigráfico proposto por Kegel, (op. cit.), aqueles calcários, designados de Formação Bambuí, aparecem sobrepostos ao então membro Trapiá da Formação Jaibaras sendo-lhe atribuída idade eopaleozóica. A denominação de Grupo Bambuí foi pela primeira vez utilizada, nesta área, por Mabesoone et alii, (op. cit.) que o subdividiram em duas formações, uma inferior englobando os calcários já conhecidos, denominando-os de Formação Bambuí e outra superior, englobando ardósias vermelhas e quartzitos, denominando-a de Formação Caiçaras.

Em sua concepção atual, o Grupo Bambuí na região noroeste do Ceará compreende quatro unidades lito-estratigráficas distintas, que representam no conjunto uma sequência sedimentar com pelo menos 3.900 metros de espessura, onde predominam grauvacas, arenitos arcoseanos, calcários, ardósias e quartzitos, representada na secção composta da figura 2. Este conjunto litológico caracteriza uma associação do tipo "flysh" depositada em zona tectonicamente instável e de rápida subsidência. Do ponto de vista geotectônico, o Grupo Bambuí nesta

SEÇÃO COMPOSTA					DATA	ESCALA	FIGURA	
					NOVEMBRO / 1972	1:20.000	2	
IDADE	GRUPO	FORMAÇÃO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLOGICA			
CÔ - CAMBIANO	BAMBUÍ	COREAÚ	3800		Metagrauvaca feldspática, castanha escura, micácea, argilo-ferruginosa, fraturada, endurecida, parcialmente silificada, com intercalações de metassiltitos arroxeados.			
					Grauvaca, ardósia e arenito ardósio, epi-metamórficos, creme a cinza amarelados, grã fina a média, estratificados, bastante endurecidos e com ocasionais zonas de silificação.			
					Arenitas ardósio, epi-metamórficas, finas, bem classificadas de cor creme a cinza clara, com raras tonalidades ferruginosas; ocorrem intercalações de bancos espessos, macios, mal estratificados de grauvaca com variações para tipos líticos e conglomeráticos, que possuem abundante matriz pelítica cinza parda a cinza esverdeada, onde se destacam blocos e seixos angulosos a subangulosos de rochas e minerais claros (quartzitos, calcário, gnaiss, filito, quartzo, feldspatos, calcadônia e hidromica subangulosos			
					Intercalação de siltito, arenito calcífero, níveis argilosos, margo e calcário cinza azulados			
					Calcário preto-azulado, grã fina, com aspecto brechoide e intercalações centimétricas de leitos cinza claros de argilitos e margos. Seccionado por uma rede de vênulas brancas de calcita e em fratura fresca exala odor fétido.			
		FRECHEIRINHA	1900		Intercalação de calcário silicoso cinza azulado, margo cinza, níveis argilosos e arenito siltó-calcífero.			
		CAIÇARAS	1400		Ardósia alterada, castanha avermelhada, grã siltó-argilosa, de fácil desagregação em placas lisas e com intercalações de bancos centimétricos de um quartzito branco leitoso, grã média a grossa, com níveis conglomeráticos. Sequência cortada por veios de quartzo leitoso e / ou hialino com escurarito.			
		TRAPIÁ	1000		Siltito arroxeado, finamente laminado, bastante micáceo, com aspecto ardósio, correspondente a faixa de transição entre as duas formações.			
				Arenito epi-metamórfico, creme amarelado, grã fina a média, micáceo, filítico, estratificado, extremamente fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso e / ou hialino. Intercaladas na sequência, ocorrem, ocasionais faixas com 1.0 a 1.5 m de espessura de metassiltito argiloso, micáceo e com aspecto ardósio.				
				Siltito epi-metamórfico cinza castanha, finamente laminado, micáceo, fraturado e com aspecto filítico.				
			0		Arenito epi-metamórfico fino, siltico, micáceo, finamente laminado, fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso; quando decomposto possui aspecto lijdáceo e impregnações de óxido de ferro.			
					Arenito epi-metamórfico, quartzítico, fino a médio granular, filítico, estratificado, com camadas de 5 a 10 cm de espessura e intercalações de leitos argilosos e micáceos. Extremamente fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso.			

região depositou-se em uma mio-geosinclinal, na classificação de Kay, (1944, 1947, in Krumbein & Sloss, 1963) cujo eixo, orientado segundo NE-SW, é paralelo as principais linhas de fraqueza do embasamento antigo. Para este elemento geo-tectônico, em grande parte coberto pelos sedimentos siluro-devonianos da chapada da Ibiapaba, propomos a denominação de Mio-geosinclinal da Ibiapaba.

O Grupo Bambuí caracteriza-se ainda por apresentar uma tectônica plástica bem desenvolvida com eixos orientados segundo NE-SW. Na parte central da bacia são comuns dobras inversas e estruturas de acavalamento.

4.3.1.2 - Área de Ocorrência

As ocorrências do Grupo Bambuí na área do Projeto Jaibaras, limitam-se à parte central da folha de Frecheirinha e corresponde ao amplo peneplano compreendido entre as serras Meruoca-Rosário e Ibiapaba, respectivamente a leste e oeste, e a serra do Carnutin ao sul. Nesta área desenvolve-se o curso superior do rio Coreaú e seus principais formadores. O perfil típico e mais completo do grupo acha-se exposto ao longo da rodovia BR-222 no trecho Aprazível-Saco. No bordo oeste da bacia as formações do Grupo Bambuí acham-se recobertas pelos sedimentos paleozóicos da bacia do Meio Norte ao longo da escarpa da serra da Ibiapaba.

4.3.1.3 - Formação Trapiá - (eEsbt)

a - Definição

Os arenitos quartzíticos, arenitos e folhelhos arroxeados ocorrentes na região de Ubaúna e no vale do riacho Trapiá foram designados por Kegel et alii, (op. cit.), como membro Trapiá da Formação Jaibaras e posicionados estratigraficamente abaixo dos calcários da então Formação Bambuí. A semelhança litológica com as demais unidades areníticas, ocorrentes nos vales dos rios Jaibaras e Coreáú, induziu Kegel a incluir aquelas litologias no membro Trapiá, posteriormente elevado a categoria de Formação, Mabesoone et alii, (op. cit.). Nos trabalhos recentes a Formação Trapiá aparece sobreposta ao calcário Frecheirinha, portanto em posição inversa daquela sugerida por Kegel. A aplicação de critérios tectônicos - estruturais nos trabalhos do Projeto Jaibaras evidenciou a incoerência dos fatos observados com os conceitos recentes sobre a estratigrafia da área.

A unidade originalmente definida como Membro Trapiá por Kegel, na área de Ubaúna e vale do riacho Trapiá, cor-responde a duas formações, a saber: um pacote de ardósias vermelhas com bancos quartzíticos intercalados, aqui denominada de Formação Caiçaras, Mabesoone et alii, (op. cit.), que se sobrepõe a uma unidade de arenitos finos e quartzitos, referida na definição original, Kegel et alii, (op. cit.), e aqui individualizada como Formação Trapiá, ocupando posição basal no Grupo Bambuí. Inclui ainda esta Formação uma faixa de cornubianitos desenvolvida ao longo do contato com o "stock" granítico de Mucambo.

b - Área de Ocorrência

A Formação Trapiá ocorre conspicuamente no vale do riacho de mesmo nome, região de Ubaúna, onde foi originalmente reconhecida e descrita. Exibe perfil típico ao longo da rodovia BR-222 e a partir desta rodovia, estende-se para sudeste em uma estreita faixa, bordejando o flanco noroeste do "stock" granítico de Mucambo, alargando-se sensivelmente na área de drenagem dos riachos Onça e Taipú, já no sopé da serra da Ibiapaba, onde desaparece sob os arenitos da Formação Serra Grande. A leste do povoado Ouro Branco, volta a aflorar sob os calcários da Formação Frecheirinha, ocupando o núcleo de uma anticlinal. A Formação Trapiá, estruturada em anticlinal seccionada por falhas, constitui ainda a serra da Penanduba, feição topográfica de destaque da bacia Bambuí.

c - Modo de Ocorrência

Na faixa de ocorrência desde Ubaúna até o riacho Onça a Formação Trapiá apresenta relevo ondulado suave, solo arenoso síltico bastante delgado e irregular e cobertura vegetal arbustiva marcadamente rarefeita. Ao longo dos contatos com o granito Mucambo desenvolve-se uma auréola de metamorfismo térmico, que na Formação Trapiá manifesta-se morfologicamente com um relevo de cristas sub-verticais, paralelas ao contato do granito e dispostas em um amplo semi-círculo. Na serra da Penanduba, exibe um panorama morfológico distinto condicionado a variações litológicas e ao comportamento tectônico-estrutural da Formação. Observa-se aqui o desenvolvimento de um relevo montanhoso com declives íngremes e vales encai-

xados e uma cobertura vegetal exuberante, de médio porte, bastante densa.

Nos afloramentos, a Formação Trapiá apresenta-se como uma sucessão de bancos decimétricos, em alguns casos atingindo 1 metro de espessura, com acamamento regular, constituídos predominantemente de quartzitos pardo e cinza escuro intensamente fraturados, com cimento síltico-argiloso. As cores escuras gradam eventualmente para tonalidades creme amarelada nas fácies de granulometria mais fina. Estas feições são bem expostas na faixa Ubaúna-Riacho Onça. Ao longo da zona axial da serra da Penanduba, de direção NE-SW, predominam bancos espessos de quartzitos maciços geralmente grosseiros, de cores claras até branco leitoso, com níveis conglomeráticos intercalados. Esta litologia, exibindo fortes mergulhos constitui o suporte responsável pela morfologia peculiar da serra da Penanduba, e representa provavelmente a secção basal da Formação Trapiá. Nos flancos leste e oeste da serra, bem como na sua porção sul as litologias assemelham-se bastante às descritas na região de Ubaúna.

Não foi observado o contato inferior da Formação Trapiá, o que se deve provavelmente a tectônica peculiar da bacia. Os quartzitos da serra Penanduba, interpretados como secção basal da sequência, devem ser tomados como as rochas estratigraficamente mais antigas aflorantes na bacia Bambuí, não se tratando necessariamente da lapa da Formação Trapiá e tampouco do Grupo Bambuí. Na ausência de elementos de superfície ou outros dados indiretos, qualquer definição sobre o assunto é meramente especulativa.

Por outro lado, a capa da Formação Trapiá aflora em diversos pontos exibindo sempre um caráter transicional com as formações que lhes são sobrepostas. Em sua faixa de ocorrência mais oriental, verifica-se a ausência de deposição da Formação Caiçaras e a Formação Trapiá passa gradativamente para os calcários da Formação Frecheirinha. Os afloramentos típicos encontram-se nos cortes da BR-222 após o km 255 e na fazenda Piancó. Nesta última, observa-se o aparecimento de bancos e lentes calcárias intercaladas nos quartzitos filitosos com cimento argilo-siltico da Formação Trapiá, até a dominância total da fácies calcária (vide fig. 3 -secção medida fazenda Piancó). Esta zona de transição pode ser acompanhada ao longo de aproximadamente 800 metros no sentido transversal. A Formação Trapiá mergulha com valores variando na faixa $30-50^{\circ}$ para SE sob o calcário Frecheirinha.

Na faixa de contato ao longo do riacho Trapiá, próximo a Ubaúna e nos afloramentos da BR-222, cerca de 3 km a oeste daquela vila, a Formação Trapiá passa gradualmente para as ardósias vermelhas com quartzitos intercalados da Formação Caiçaras. (A secção típica do açude Ubaúna está representada na figura 4). Nestes afloramentos as ardósias mergulham sob arenitos filíticos Trapiá, insinuando posicionamento estratigráfico inverso daquele apresentado neste relatório. Trata-se contudo de um exemplo típico de inversão tectônica ao longo de uma sinclinal inversa da qual ambas as formações participam.

Na serra da Penanduba praticamente não existe representação de sedimentos pelíticos e carbonáticos e a Forma

LOCALIZAÇÃO				FOLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
FAZ. PIANCÓ				FRECHEIRINHA SA-24-Y-C-VI	NOVEMBRO / 1972	1:1000	3
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
EO - CAMBRIANO	FRECHEIRINHA		335		<p>Calcário preto-azulado, granulação fina, com aspecto brechóide, contendo intercalações centimétricas de leitos cinza-claros de argilitos e margas. Encontra-se seccionado por uma rede de vênulas brancas de calcita e em fratura fresca exala odor fétido.</p>		
	TRAPIÁ	CL-1256	300		<p>Intercalações alternadas de camadas de 2 a 10 cm de espessura de arenito epimetamórfico de grã fina, siltico e calcífero, com lentes centimétricas de calcário margoso, cinza azulado e níveis argilosos.</p>		
240				<p>Arenito epi-metamórfico fino, siltico, micáceo, calcífero, finamente laminado, fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso; quando bastante decomposto possui aspecto tijoláceo e impregnações de óxido de ferro.</p>			
100			PARTE COBERTA				
60				<p>Arenito epi-metamórfico, quartzítico, fino à medio granular, filítico, estratificado, com camadas de 5 a 10 cm de espessura e intercalações de leitos argilosos, finamente laminados e micáceos. Extremamente fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso.</p>			
	CL-1257	37.5		<p>Siltito epi-metamórfico cinza amarelado, finamente laminado, micáceo, fraturado e com aspecto filítico, devido ao desenvolvimento de xistosidade incipiente.</p>			
20			<p>Horizonte siltico, fraturado, amarelo claro, pouco micáceo, finamente laminado, com aspecto filítico.</p>				
17			<p>Arenito epi-metamórfico, creme a castanho, fino, filítico, fraturado, com intercalações de leitos centimétricos silto-argilosos e micáceos.</p>				
			0				

LOCALIZAÇÃO		FIGURA	DATA	ESCALA	FIGURA
AÇUDE DE UBAUNA		FRECHEIRINHA SA-24-Y-C-VI	NOVEMBRO/1972	1:500	4
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
EO - CAMBRIANO	CAIÇARAS	Q-287		<p>Ardozia alterada, castanho avermelhada, grã silto-argilosa, de fácil desagregação em placas lisas, onde por vâzes ocorrem marcas ondulares e, com intercalações de bancos centimétricos de um quartzito branco leitoso, grã média a grosseira, com níveis conglomeráticos. Sequência cortada por veios de quartzo leitoso e/ou hialino com especularita.</p>	
	TRAPIÁ			<p>Siltito arroxeadado, finamente laminado, bastante micáceo, com aspecto ardoseano, correspondente a faixa de transição entre as duas formações.</p>	
				<p>Arenito epi-metamórfico, creme amarelado, grã fina a média, micáceo, filítico, estratificado, com camadas de 5 a 10cm de espessura, extremamente fraturado e cortado por veios de quartzo leitoso e/ou hialino; intercaladas na sequência, ocorrem, ocasionalmente, faixas com 1.0 a 1.5m de espessura de metasiltito argiloso, micáceo e finamente laminado, com aspecto ardosiado.</p>	

ção Trapiá em sua fácies mais grosseira passa diretamente para típicas grauvacas conglomeráticas e sedimentos imaturos, evidenciando a permanência de condições de sedimentação marginal nesta secção da bacia durante todo o desenvolvimento da miogeosinclinal da Ibiapaba.

As estimativas da espessura alcançada pelos sedimentos da Formação Trapiá, na ausência de dados de sub-superfície e em virtude da complicada estruturação da bacia, deve ser aceita com reservas. No perfil da fazenda Piancó (fig. 3) foram medidos cerca de 300 metros desta unidade o que certamente não representa a sua espessura total. Considerando a extensa faixa de afloramento ao longo da escarpa da Ibiapaba, no trecho entre São Benedito e Ibiapina, e os mergulhos da ordem 50-60°, verificados nesta área, estimamos espessuras mínimas entre oitocentos e mil metros para esta formação.

Verificou-se totalmente infundadas a suposição de Mabesoone et alii, (op. cit.) sobre a estruturação sub-horizantal dos quartzitos da serra da Penanduba como também não encontramos evidências da existência da mal definida Formação Penanduba (vide quadro I), proposta por aqueles autores.

d - Características Petrográficas

A Formação Trapiá caracteriza-se essencialmente pela constância de sedimentos clásticos em toda a sua secção, dominando na porção noroeste da bacia quartzitos conglomeráticos e arenitos grosseiros epimetamórficos, geralmente mal classificados.

Os quartzitos conglomeráticos da serra Penanduba apresentam-se macroscopicamente com granulometria bastante irregular com seixos de quartzo subarredondados imersos em matriz arenítica, maciços, sem acamamento, de cores claras, geralmente branco leitoso, em algumas áreas com impregnações de óxido de ferro e manganês segundo as fraturas. São comuns recristalizações e preenchimento por silicificação, bastante desenvolvida em áreas tectonicamente favoráveis, chegando a formar veios de sílica com 5 cm de espessura. Ao microscópio, estas rochas exibem mosaico irregular de grãos de quartzo com os bordos suturados e com recristalização generalizada. Sílica secundária ocorre eventualmente, preenchendo fraturas milimétricas. A mineralogia é bastante simples; além do quartzo e sílica secundária aparecem como acessórios zircão, turmalina e raros opacos.

As fácies finas da Formação Trapiá, no vale do riacho do mesmo nome e na área dos riachos Onça e Taipú são representadas macroscopicamente por arenitos epimetamórficos dispostos em bancos com acamamento regular, de granulação média a fina, cimento síltico argiloso, de cores cinza escura e parda, bastante endurecidos e extremamente fraturados. Observa-se em algumas secções da extremidade sudoeste da bacia maior presença de matriz síltico-argilosa, que confere a rocha aspecto filítico, e cor creme.

Ao microscópio, os arenitos epimetamórficos da região de Ubaúna revelam textura clástica granular com orientação incipiente. São rochas de granulação fina, uniforme, constituída de grãos de quartzo mostrando extinção ondulante,

recristalização e denteamento dos grãos. Os interstícios são preenchidos por matriz pelítica constituída por filosilicatos, as vezes com ligeira orientação, além de quartzo fino. Como acessórios foram encontrados zircão, turmalina, apatita e minerais opacos. Em uma amostra do topo da Formação, na BR-222 observam-se grãos sub-angulares de quartzo em matriz argilo-síltica com muscovita em finas palhetas encurvadas. Nos tipos com aspecto filitoso, da bacia do riacho Onça, os elementos silto-argilosos dominam francamente na rocha, que apresenta diagênese alta e características epimetamórficas desenvolvidas.

Os termometamorfitos desta unidade formam auréola contínua ao longo do "stock" granítico de Mucambo, desde o pé da serra da Ibiapaba até a falha Café Ipueiras, no vale do riacho Florinda. A bibliografia recente da área faz referências a estas rochas e Danni, (op. cit.), descreve com algum detalhe alguns cornubianitos do flanco norte da serra do Carnutim. Estas rochas de expressão morfológica bem marcante, apresentam-se em cores cinza escura até preta, fortemente endurecidas, com aspecto vítreo e fratura sub-conchoidal. Exibem um claro zoneamento desde arenitos levemente endurecidos (foto 11), que marcam o contato exterior da auréola, até típicos hornfels a cordierita e biotita na zona de contato imediato com o granito ou xenólitos inclusos no mesmo (foto 12). A interpenetração da intrusiva com a encaixante é evidenciada pela frequência de xenólitos desta nas fácies da borda do granito, bem como, apófises graníticas nas faixas quartzíticas.

As fácies mais típicas desta sequência, apresentam-se macroscopicamente com granulação fina, aspecto vítreo, são extremamente duras e desenvolvem fratura sub-conchoidal. Ao microscópio, exibem textura granoblástica por vezes maculada e são constituídas essencialmente por quartzo, albita, clorita, muscovita, epidoto e opacos. A matriz quartzo-feldspática forma um mosaico não orientado onde distribuem-se elementos esqueléticos de biotita. Em alguns tipos observam-se cristais crescidos de feldspatos com inúmeras inclusões de biotita. Os termos mais metamórficos são caracterizados pela associação cordierita-muscovita-biotita-oligoclásio. Como elementos acessórios observam-se turmalina, zircão, apatita, hematita, calcita e clorita. A presença de minerais calcossilicáticos (epidoto, tremolita, além de carbonato recristalizado) restringe-se a faixas de arenito calcífero na zona de contato com a Formação Frecheirinha e são particularmente abundantes na área entre a fazenda Angostura e o riacho Florinda.

Distingue-se portanto nos termometamorfitos da Formação Trapiá um amplo desenvolvimento da fácies albita-epidoto-hornfels, Winkler, (op. cit.), nas zonas médias e exteriores da auréola metamórfica, caracterizada pelas associações típicas quartzo-albita-clorita-muscovita-biotita-epidoto, evoluindo o grau metamórfico no contato imediato com o granito para a fácies hornblenda-hornfels, com a paragénese diagnóstica quartzo-cordierita-muscovita-biotita-oligoclásio.

e - Tectônica

A tectônica plástica característica do Grupo Bambu prevalece também na Formação Trapiá mesmo levando-se em conta o caráter incompetente de suas litologias. Na área de Ubaúna e da BR-222, esta Formação participa de uma sequência de dobramentos menores cujos eixos são orientados segundo NE-SW, com caimento para nordeste. Das dobras normais e simétricas características da área a oeste da fazenda Alto Alegre, no bordo do granito Mucambo, o estilo tectônico evolui para uma sequência isoclinal de dobras inversas modeladas em sinclínório, especialmente desenvolvida a noroeste de Ubaúna. Como consequência desta estruturação peculiar os contatos da Formação Trapiá com as ardósias que lhe são sobrepostas se faz de modo inverso, com as ardósias mergulhando claramente por sob a unidade mais antiga, o que constitui exemplo típico de inversão tectônica.

Ao longo do contato com o "stock" granítico de Mucambo esta Formação foi tectonicamente afetada pela intrusão, resultando em uma verticalização das camadas com mergulhos da ordem de 80° - vertical, radialmente dispostos com relação ao corpo intrusivo (foto 11). O mecanismo de intrusão do granito manifesta-se ainda pelo intenso fraturamento de padrão caótico exibido pelos arenitos e quartzitos da Formação Trapiá e certamente contribuiu nos esforços que resultaram em inversão de dobramentos e na falha inversa do riacho Siriema.

Na área da serra Penanduba, a Formação Trapiá modelou-se em uma anticlinal complexa de difícil interpretação

em função da precariedade dos afloramentos. Aparentemente constitui o núcleo da dobra, cujo eixo mergulha para sudoeste. Esta estrutura foi truncada por falhamentos no flanco leste e ainda nas proximidades de Frecheirinha por falhas de colapso, paralelas ao eixo do dobramento.

f - Ambiente de Sedimentação

A interpretação tectônica da bacia Bambuí indica a serra da Penanduba, como área de afloramento da provável sequência basal do Grupo Bambuí, representada pela Formação Trapiá. As litologias ali observadas com dominância de quartzitos conglomeráticos e quartzitos grosseiros puros caracterizam o início de um ciclo de deposição transgressivo com sedimentos de elevado grau de maturidade que em termos regionais apresentam um marcado zoneamento granulométrico. Dos bancos de conglomerados e arenitos grosseiros da área de Penanduba observa-se uma evolução para os arenitos finos e arenitos filíticos da região de Ubaúna e riacho Trapiá e mais para o sul, na área dos riachos Onça e Taipú.

De certa forma, o caráter interdigitado dos contatos e as passagens laterais da fácies clástica dominante na Formação Trapiá para a fácies pelítica característica da Formação Caiçaras indica uma relação de contemporaneidade pelo menos parcial das duas formações; a primeira representando a sedimentação proximal e a segunda a sedimentação distal de um mesmo ciclo sedimentar. Nesta fase inicial do desenvolvimento da miogeosinclinal registrou-se uma subsidência lenta, proporcional ao assoreamento da fossa de forma a preservar, no

período, ambiente de deposição marcadamente oxidante. Representa este conjunto a associação terrígena inferior das sequências de pré-inversão da miogeosinclinal.

4.3.1.4 - Formação Caiçaras - (eEsbc)

a - Definição

As ardósias vermelhas com bancos quartzíticos intercalados, conspicuamente expostos no trecho de BR-222, entre Ubaúna e o riacho Siriema, tem sido relatados em todos os trabalhos referentes a bacia. Este conjunto litológico incluído por Kegel et alii, (op. cit.) no então proposto membro Trapiá, foi pela primeira vez individualizado como unidade litoestratigráfica por Mabesoone et alii, (op. cit.) sob a denominação de Formação Caiçaras e descrito como uma sequência de folhelho roxo-avermelhado com bancos de quartzitos intercalados. Conservamos neste trabalho a denominação Formação Caiçaras adotada por aqueles autores, redefinindo a unidade, mormente em seus aspectos tectônicos e estratigráficos. Em seu novo conceito, esta unidade se sotopõe aos calcários da Formação Frecheirinha, portanto em posição inversa daquela sugerida por Mabesoone et alii, (op. cit.), apresenta contatos transicionais com os arenitos sílticos e quartzitos da Formação Trapiá e com os calcários referidos, participando intensamente de todas as fases tectônicas que modelaram a estrutura do Grupo.

b - Área de Ocorrência

A Formação Caiçaras ocupa uma estreita faixa em posição axial na miogeosinclíneo da Ibiapaba, de direção nordeste, desde as proximidades da cidade de Ibiapina até a região de Ubaúna onde se bifurca em um ramo de direção noroeste até o povoado Penanduba e outro de direção nordeste no rumo do riacho Trapiá e da serra do Rosário. A área principal de ocorrência corresponde ao vale do riacho Caiçaras que empresta seu nome a Formação.

c - Modo de Ocorrência

As áreas de ocorrências da Formação Caiçaras exibem um modelado acidentado onde se destacam cristas alinhadas de quartzitos e vales entalhados com encostas íngremes. Correspondem a regiões com modelo de drenagem dendrítico, capa vegetal de médio porte, aparecendo nas fotos aéreas em tons escuros e textura densa.

Nos afloramentos apresentam-se como espessos pacotes de ardósias vermelhas e roxa-avermelhada, laminadas e clivagem ardosiana bem desenvolvida. São comuns zonas concêntricas de descoloração resultando em curiosas feições multicolors. Óxidos de manganês formam impregnações irregulares segundo os planos de clivagem. Os elementos clásticos grosseiros são representados por pacotes de ortoquartzitos de até 20 m de espessura, de granulação grosseira e até conglomerática, de cores claras ou impregnadas de óxido de ferro, frequentemente recristalizados, e cortados por veios de

sílica. No perfil típico da formação ao longo da BR-222 todo este conjunto constitui uma série isoclinal com mergulhos fortes para sudeste e que corresponde a uma sinclinal inversa que evolui em direção norte para uma sinclinal simétrica, normal. A Formação Caiçaras foi afetada por um falhamento de empurrão (falha Siriema), que a põe em contato tectônico com as unidades mais jovens do Grupo Bambuí, ora com os calcários da Formação Frecheirinha, ora com os arenitos arcoseanos da Formação Coreaú. No bordo leste da faixa de ocorrência, no perfil da rodovia BR-222 e na barragem do açude Ubaúna observa-se passagem gradacional das ardósias e níveis quartzíticos, que constituem a lapa da Formação Caiçaras para os meta-siltitos e quartzitos da Formação Trapiá. A aparente superposição da unidade Trapiá, estratigraficamente mais antiga, sobre as ardósias vermelhas, fato observado no perfil típico da Formação, é resultante de uma inversão tectônica da sequência.

O topo da Formação Caiçaras aflorante nas proximidades do povoado Penanduba e daí em direção leste, obedecendo uma linha sinuosa em função da estruturação das formações, até as proximidades da rodovia CE-71, exibe passagem transicional para os calcários e margas da Formação Frecheirinha. A sedimentação da fácies pelítica fina da Formação Caiçaras parece restrita a uma estreita faixa de posição axial na bacia Bambuí, faltando completamente em seus flancos sudeste e noroeste.

O caráter extremamente plástico das ardósias re-sultou em um conjunto intensamente deformado com abundantes

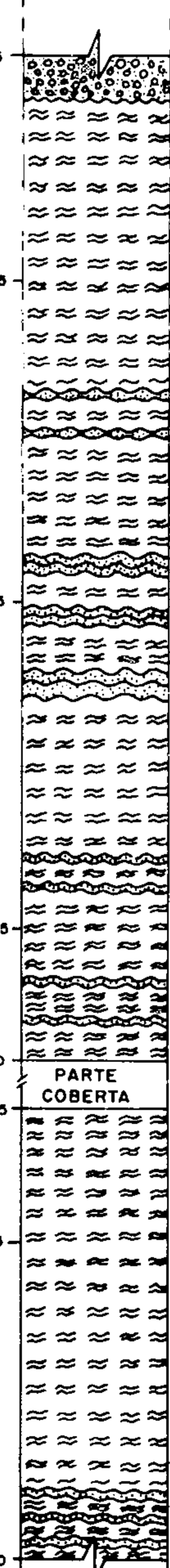
"drags", micro-dobras e outras feições tectônicas (foto 13) que dificultam e até mesmo impossibilitam as estimativas de espessura da unidade, havendo a tendência de apresentar em afloramentos uma espessura maior do que a original. Estimativas imprecisas sugerem espessura máxima da ordem de 400 metros para esta formação. No perfil de São Joaquim, subida para Ibiapina, (fig. 5), observamos cerca de 450 metros de espessura aparente desta unidade, recoberta pelos conglomerados basais de Formação Serra Grande.

d - Características Petrográficas

A Formação Caiçaras caracteriza-se por extrema monotonia de tipos petrográficos, praticamente restritos a ardósias vermelhas e quartzitos.

Macroscopicamente, as ardósias apresentam grande fissilidade, desagregando-se facilmente em placas lisas segundo uma direção preferencial de clivagem. Apresentam cores avermelhada e roxa-avermelhada com manchas de descoloração creme esbranquiçada, que devido ao caráter irregular confere aos afloramentos um aspecto mosqueado. São rochas de granulação argilosa e siltica, macias ao tato, e bastante compactas. Em alguns pontos as ardósias são cortadas por veios centimétricos de quartzo leitoso e sílica amorfa com especularita.

Ao microscópio, revelam matriz pulverulenta de cor vermelha de material argiloso contaminado com hidróxidos de ferro.

LOCALIZAÇÃO				FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA	
SÃO JOAQUIM				IPU SB-24-V-A-III	NOVEMBRO / 1972	1:3.000	5	
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			
SILURIANO SUPERIOR DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	JB-360 CL-1335	467.5 306.5 299.5 200.5 160.0 139.5 87.5 0		<p>Conglomerado - constituído de seixos de quartzo, subangulosos a arredondados, mal selecionados, dispersos em uma matriz arenosa grossa, maciça, os grãos e grânulos são de quartzo e subordinadamente, de feldspato caulínizado</p> <p>Ardósia vermelha e amarelada quando alterada, bem laminada, compactada.</p> <p>Finas intercalações de quartzito boudinado, de grã grosseira, dentro da sequência de ardósia.</p> <p>Intercalações regulares de leitos de quartzito, dentro do pacote de ardósia, bastante endurecido por provável metamorfismo de contacto do granito mucambo.</p> <p>Ardósia cinza-chumbo, gradando a filito, com intercalações alternadas de quartzito. Alguns níveis são untuosos ao tato.</p> <p>Ardósia vermelha com finas intercalações de quartzito.</p> <p>Ardósia vermelha, compacta, laminada.</p> <p>Finas intercalações de quartzito dentro da sequência de ardósia vermelha.</p>			
EO - CAMBRIANO CAIÇARAS								

Apresentam leitões com predominância de grãos de quartzo recristalizados, associados a finas palhetas de sericita, que se interpenetram com leitões de material argilo-feruginoso.

Estas rochas foram classificadas como folhelhos por Mabesoone et alii, (op. cit.), porém em virtude do desenvolvimento de metamorfismo incipiente evidenciado em lâminas delgadas associado aos caracteres macroscópicos (clivagem ardósiana) julgamos mais apropriada a denominação ardósia, que leva em conta o caráter epimetamórfico do conjunto.

Os quartzitos apresentam-se em bancos lenticulares com espessura desde 10-20 cm até 15-20 metros bastante fraturados, particularmente frequentes na base da Formação. Tem importância morfológica, uma vez que funcionam como suporte de um relevo por vezes áspero na forma de cristas alinhadas. Macroscopicamente, apresentam-se como rochas claras, creme a branco-leitoso, granulação média a grosseira, com frequentes leitões conglomeráticos de até 20 cm de espessura. Em alguns afloramentos os quartzitos são cortados por veios de sílica, provável recristalização da própria rocha segundo linhas de fraturas, uma vez que tais manifestações silicosas apenas raramente são observadas nas ardósias encaixantes. Ao microscópio exibem mosaico de quartzo em grãos xenomórficos com bordos denteados e recristalizados. Como acessórios aparecem turmalina, zircão e raros grãos de feldspato.

Do ponto de vista tectônico a Formação Caiçaras está estruturada em ampla sinclinal orientada segundo SW- NE e cujo eixo apresenta caimento pronunciado para nordeste. Na sua porção norte comporta-se como uma dobra simétrica, com mergulhos convergentes das abas. Na parte média esta estrutura sofre uma rotação no plano axial evoluindo para uma sinclinal inversa com mergulho do plano S para sudeste e cuja aba oeste cavalga as Formações Coreaú e Frecheirinha, ao longo da falha Siriema. Da BR-222 para sul, falhamentos de gravidade põem em contato tectônico esta unidade com os quartzitos da Formação Trapiá, do lado leste e com as unidades superiores do Grupo Bambuí, ao lado oeste.

O caracter extremamente plástico das ardósias desta Formação propiciou o desenvolvimento de dobras de arrasto nos flancos das estruturas maiores, assumindo localmente feições caóticas. Nas fácies mais arenosas desenvolvem-se dobras inversas com eixo b mergulhando 50° - 60° para nordeste. Belos exemplos destes dobramentos estão expostos nos cortes da BR-222 (foto 13). A clivagem ardosiana característica da Formação apresenta-se ora concordante com os planos de acamamento ora em disposição angular com referência àqueles. Os bancos quartzíticos, mais competentes, foram afetados por intenso fraturamento, que em virtude de recristalização e preenchimento por sílica amorfa produziu em alguns afloramentos, feições de aspecto brechóide.

f - Ambiente de Sedimentação

Sob este ponto de vista a Formação Caiçaras deve

ser analisada conjuntamente com a unidade basal do Grupo, a Formação Trapiá. De acordo com a interpretação adotada as ardósias vermelhas e quartzitos da Formação Caiçaras são consideradas, pelo menos em parte, contemporâneos daquela unidade, e representam a sedimentação distal das primeiras fases de preenchimento da fossa. Registram condições ambientais calmas, de águas rasas, fortemente oxidante.

4.3.1.5 - Formação Frecheirinha - (eEsbf)

a - Definição

A presença de calcário no noroeste do Ceará foi originalmente assinalada por Williams (op. cit.), comparando o a série São Francisco-Bambuí. Oliveira & Leonardos, (op. cit.) descreveram calcários cinza escuro na região entre Sobral e Tianguá e adotaram a mesma correlação sugerida por Williams, com a Série Bambuí. A designação de Formação Bambuí para os calcários pretos da região de Frecheirinha foi proposta por Kegel (op. cit.) e interpretada pelo mesmo autor como estratigraficamente superior a Formação Jaibaras.

Trabalhos recentes elevaram a antiga Formação Bambuí a categoria de Grupo, WINGE, (op. cit.), Mabesoone et alii (op. cit.), Danni, (op. cit.), como já foi comentado. A manutenção da denominação "Formação Bambuí", pertencente ao Grupo do mesmo nome, Mabesoone et alii, (op. cit.), além de confusa é incorreta do ponto de vista do Código de Nomenclatura Estratigráfica da Comissão Americana de Nomenclatu

ra Estratigráfica, aqui adotada. Desta forma propomos a designação de Formação Frecheirinha para a unidade do Grupo Bambuí, litologicamente constituída por calcários pretos e azulados com eventuais horizontes margosos intercalados, e com área típica de ocorrência em torno da cidade de Frecheirinha, que empresta seu nome a Formação. A unidade ora proposta corresponde a fácies mais típica do Grupo Bambuí e foi originalmente reconhecida e descrita por todos os autores que trabalharam na região.

b - Área de Ocorrência

Os calcários da Formação, presentes apenas na folha Frecheirinha, distribuem-se em faixas irregulares no amplo peneplano compreendido entre a serra da Ibiapaba e a serra Meruoca-Rosário. Na área de Frecheirinha esta unidade estende-se desde a encosta da Ibiapaba, região das grutas de Ubajara e ao longo do vale do riacho Siriema, até a serra da Penanduba, em uma faixa de direção NE-SW, seccionada em sua parte média pela BR-222, exibindo excelentes exposições ao longo da rodovia.

Entre Ubaúna e Aprazível esta unidade ocorre em faixas irregulares, por vezes descontínuas, desde o bordo do "stock" granítico do Mucambo e daí para norte acompanhando do lado oeste a rodovia CE-71 no trecho Aprazível-Aroeiras. Ao sul de Aroeiras, a Formação Frecheirinha sofre uma brusca inflexão para oeste até o vale do rio Coreaú, junto aos povoados de Várzea e Penanduba. Outra ocorrência isolada desta Formação foi mapeada entre o rio Coreaú e o povoado Caiçaras.

Além das exposições na área de Frecheirinha, os melhores afloramentos desta unidade foram observados na fazenda Piancó (fig. 3) e na pedreira da Companhia Cearense de Cimento Portland, aproximadamente 6 km a norte de Aprazível.

c - Modo de Ocorrência

Morfologicamente, a Formação Frecheirinha corresponde a áreas planas ou levemente onduladas com solo argiloso geralmente bem desenvolvido, abrigando capa vegetal arbustiva densa e intensamente cultivado. São frequentes inversões de relevo, cujo exemplo mais característico é o vale do riacho Ubajara, encaixado segundo o eixo da anticlinal de Frecheirinha.

O desenvolvimento de um relevo carstico bastante evoluído constitui feição morfológica peculiar da Formação Frecheirinha. Estas feições encontram-se espetacularmente expostas nas grutas de Ubajara, localizadas na escarpa da serra da Ibiapaba, atração maior do Parque Nacional de Ubajara.

Nos afloramentos, a Formação Frecheirinha apresenta-se em bancos sobrepostos de calcário preto ou cinza escuro intensamente cortado por veios de calcita e sílica, exibindo sempre superfícies de dissolução peculiar. São comuns mergulhos fortes da ordem de $50-60^{\circ}$ para sudeste ou noroeste e raramente para norte, e dobras de arrasto, indicando a intensidade da tectônica plástica que afetou a formação. Nos afloramentos do vale do riacho Trapiá, tais elementos são particularmente conspícuos e estão representados nas fotos 14 e 15.

Os contatos da Formação Frecheirinha, tanto na lapa quanto na capa, são essencialmente de caráter transicional e interdigitado. Com exceção de eventuais contatos tectônicos, como por exemplo ao longo da falha Siriema, observa-se sempre uma passagem gradual dos arenitos filitosos e arenitos quartzíticos da Formação Trapiá para os calcários e margas da Formação Frecheirinha. Belas exposições deste relacionamento são encontradas na fazenda Piancó, representadas na figura 3. Da mesma forma, a passagem gradual e interdigitada dos calcários desta unidade para os arenitos arcoseanos da Formação Coreau é claramente demonstrada nos diversos afloramentos ao longo da BR-222 entre o km 251 e 257 e ainda no trecho da mesma rodovia entre o riacho Siriema e a cidade de Frecheirinha. Na secção noroeste da bacia, ao longo dos flancos oeste e norte da serra da Penanduba e entre os povoados Jardim e Caiçaras, observa-se a ausência da Formação Frecheirinha bem como da Formação Trapiá. A ausência das unidades que correspondem a secção média do Grupo Bambuí nesta área deve ser interpretado como um hiato de sedimentação de caráter puramente local.

Por se tratar de unidade caracterizada essencialmente por contatos transicionais e interdigitados, intensamente dobrada e falhada, torna-se difícil se estabelecer estimativas da espessura máxima desta Formação. Sabemos contudo, que em algumas áreas da bacia esta unidade se adelgaça, podendo até faltar completamente, como ocorre no bordo noroeste da serra da Penanduba. Aparentemente as maiores espessuras de calcário encontram-se na área da anticlinal de Frecheirinha que ocupa posição aproximadamente axial na bacia.

Na área de concessão da C.C.C.P. ao norte de Aprazível, onde a situação estrutural é particularmente favorável, com os calcários praticamente horizontalizados em zona axial de dobra aberta, foram perfurados 300 metros de calcário preto, não tendo sido alcançada a lapa da Formação. Com base neste elemento, podemos estimar espessuras entre 400-500 metros para a Formação Frecheirinha.

d - Características Petrográficas

A Formação Frecheirinha é essencialmente constituída de calcários de granulação fina, de coloração preta, cinza-azulada, cinza escura e mais raramente creme e rósea, bastante impuros com intercalações eventuais de delgados bancos margosos, metasiltitos e quartzitos finos, escuros. Por vezes, como no riacho Trapiá observa-se uma alternância rítmica destas diversas litologias resultando uma rocha de aspecto bandeado (vide fotos 14 e 15). Em outros locais, como na jazida da C.C.C.P. ao norte de Aprazível e na área de Frecheirinha, predomina o calcário preto-azulado em bancos espessos intensamente retalhado por veios de calcita branca, formando uma malha de padrão indefinido.

Mineralogicamente, os calcários da Formação Frecheirinha são compostos essencialmente de calcita e em quantidades subordinadas, dolomita, matéria argilosa, óxidos de ferro e quartzo. A calcita apresenta-se quase sempre como uma massa micrítica texturalmente arranjada em mosaico, enquanto os veios recristalizados exibem caráter esparítico. Nas fraturas ocorre ainda quartzo e material silicoso micro-

cristalino. Em algumas amostras da área de Frecheirinha observam-se ao microscópio belas estruturas estilolíticas.

e - Tectônica

Da mesma forma que as demais unidades do Grupo Bambuí, a Formação Frecheirinha foi afetada por intensa tectônica plástica o que resultou em uma estruturação em dobras com eixos orientados segundo NE-SW e com plunge para NE e SW.

A maior destas estruturas, a anticlinal de Frecheirinha exibe em seus flancos mergulhos da ordem de 60° a 70° e caimento para SW. São comuns nos afloramentos dobras de arrasto, particularmente nas secções onde intercalam-se leitos de calcário com margas e material síltico. A superimposição de um complicado sistema de falhas que secciona a anticlinal em diversos pontos dificulta sobremaneira a interpretação estrutural, dando margem ao estabelecimento de esquemas tectônico-estratigráficos incoerentes com os fatos observados, tão comuns na literatura específica da área. No vale do riacho Siriema a Formação Frecheirinha constitui o soalho da falha de empurrão de orientação NE-SW, sendo acavada pelas unidades basais do Grupo Bambuí.

Do rio Coreá para leste e na região de Aprazível esta Formação participa de uma sequência de anticlinais e sinclinais com os eixos orientados segundo NE-SW e com mergulhos dos flancos da ordem de $50 - 60^{\circ}$ e em alguns casos mais suaves. São frequentes feições de arrasto. Nas áreas de ocorrência, a norte e sul de Aprazível, os esforços tectônicos fo-

ram menos intensos, modelando dobras normais e simétricas, em alguns casos com mergulhos mais atenuados, da ordem de 30-40°.

f - Ambiente de Sedimentação

Os calcários pretos, micríticos, da Formação Frecheirinha, de ocorrência limitada às áreas centrais da bacia registram uma fase de desequilíbrio no desenvolvimento da miogeosinclinal caracterizada pela aceleração do ritmo de subsidência da fossa, que supera nitidamente o ritmo de assoreamento. Corresponde a sequência calcária de ciclo de pré-inversão da miogeosinclinal, BELOUSSOV (1962) e marca o final daquele ciclo. São sedimentos relativamente homogêneos com dominância de material carbonatado e participação secundária de material argiloso. Nas áreas próximas a borda da bacia, principalmente no setor noroeste, evolui para uma associação de grauvacas (incluídas na Formação Coreá) e relacionadas a fácies "flysch" particularmente desenvolvida nas fases de pós inversão da miogeosinclinal.

4.3.1.6 - Formação Coreá - (eEsbc)

a - Definição

Sobreposta concordantemente aos calcários da Formação Frecheirinha geralmente com contatos transicionais, foi individualizada uma sequência de arenitos arcoseanos finos e grauvacas líticas, que ocupa posição estratigráfica

bem definida como unidade mais jovem do Grupo Bambuí. Para esta unidade estratigráfica propomos a denominação de Formação Coreáú, nome derivado do rio Coreáú, que desenvolve seu alto curso sobre as áreas de ocorrência desta nova unidade. O conjunto de litologias aqui diferenciadas como Formação Coreáú tem sido englobada por diversos autores na Formação Trapiá, em seu conceito antigo, da mesma forma que todas as demais sequências areníticas ocorrentes na área das bacias Jaibaras e Bambuí. A aplicação de critérios tectônicos-estruturais nos trabalhos de mapeamento revelou a necessidade de se individualizar algumas destas sequências areníticas em função de suas respectivas posições estratigráficas e geotectônicas, apesar de eventuais similitudes litológicas.

A Formação Coreáú é predominantemente constituída de arenitos arcoseanos finos, bem classificados, de cores creme e cinza claro com raras tonalidades ferruginosas e grauvas cinza-esverdeado com variações para tipos líticos e conglomeráticos. Os perfis típicos desta unidade afloram ao longo da rodovia CE-71 no trecho Aprazível-Coreáú e ao longo da BR-222 entre Frecheirinha e Saco.

b - Área de ocorrência

A Formação Coreáú ocorre exclusivamente na folha Frecheirinha e é a unidade estratigráfica dominante nos setores oeste e norte da área ocupada pelo Grupo Bambuí. Ocorre ainda em larga faixa de direção nordeste desde o pé da serra da Ibiapaba até o rio Coreáú.

Nesta área sofre inflexão para sul, ocupando o vale do rio Coreaú e uma faixa estreita e irregular ao longo da rodovia CE-71, até a região de Aprazível. Outras representações da Formação Coreaú foram mapeadas ao longo do vale do riacho Siriema, preenchendo calhas de sinclinais.

c - Modo de Ocorrência

As áreas de ocorrências da Formação Coreaú caracterizam-se por um relevo suavemente ondulado, colinoso, evoluindo para áreas planas. O solo arenoso delgado limita o desenvolvimento da cobertura vegetal, restrita a arbustos irregularmente distribuídos, o que confere na foto aérea uma textura mosqueada em tons claros, para esta Formação.

Nos afloramentos os arenitos e arcóseos apresentam-se em bancos decimétricos, bem acamadados com mergulhos de média a alta intensidade, geralmente em cores creme e cinza claro, exibindo intenso fraturamento, que por vezes confunde a identificação da atitude estrutural da rocha. Este fraturamento generalizado é uma característica típica da Formação Coreaú e está desvinculado de estruturas locais, assumindo claramente um caráter regional. No perfil Coreaú-Santo Antonio-Jardim, pode-se observar estes aspectos em diversos afloramentos, da mesma forma que no perfil Coreaú-Aroeiras.

As fácies grosseiras da Formação Coreaú distribuem-se a noroeste e oeste da serra da Penanduba mormente no vale do riacho Itaguaraçu. São representadas por grauvasas líticas com frequentes feições conglomeráticas dispostas em bancos

espessos, maciços, mal estratificados. Condicionam relevo relativamente áspero e vegetação densa, em contraste com o modo suave característico das áreas de litologia arcoseana.

O contato inferior da Formação Coreaú tem caráter transicional e interdigitado com os calcários da Formação Frecheirinha e está claramente exposto em diversas áreas da bacia, especialmente ao longo do flanco oeste da rodovia CE-71, desde o entroncamento para Mucambo até o povoado Aroeiras. Outras exposições da lapa desta unidade podem ser observadas ao longo da BR-222 entre os km 251 e 257 e após o riacho Sirie ma. No flanco noroeste da serra da Penanduba a Formação Coreaú repousa diretamente em concordância sobre os arenitos e quartzitos da Formação Trapiá constatando-se nesta parte da bacia ausência de deposição do calcário Frecheirinha.

Como unidade terminal de um ciclo de sedimentação bem individualizado e em decorrência das peculiaridades estruturais da bacia não foi possível observar o topo desta unidade estratigráfica. Os contatos com a formação basal do Grupo Jaibaras são invariavelmente de caráter tectônico através de um complicado sistema de falhas de gravidade, desde a fazenda Barra em direção sul até a borda do "stock" granítico do Mucambo. Nas proximidades de Coreaú esta unidade é recoberta discordantemente por acumulações locais da Formação Massapê e da Formação Aprazível. No limite oeste da bacia nos flancos da serra da Ibiapaba a Formação Coreaú é recoberta discordantemente pelos arenitos siluro-devonianos da Formação Serra Grande, desde as proximidades de Tianguá até próximo a cidade de Ibiapina. Esta unidade exhibe ainda contato tectôni

co com o embasamento cristalino, ao longo da falha Arapa que limita pelo lado norte a bacia Bambuí.

A Formação Coreáú foi cortada pelas intruções graníticas e granodioríticas do Mucambo e Meruoca-Rosário, resultando em suas áreas de contato o desenvolvimento de típicos hornfels. A leste de Aroeiras um pequeno "plug" granítico forma a elevação conhecida como serrote da Rôla, com desenvolvimento de auréola de metamorfismo térmico nos arenitos arcoseanos desta Formação.

Finalmente, a complexa "suite" de rochas filoniana que secciona as unidades do Grupo Bambuí ocorre com maior frequência nas áreas da Formação Coreáú, especialmente entre Aroeiras e a cidade de Coreáú e nas proximidades do povoado Santo Antonio. Os diques mais possantes constituem destaque topográfico na forma de extensos paredões alinhados.

A estimativa de espessura para a Formação Coreáú com base em dados geológicos de superfície é tarefa extremamente difícil como se pode deduzir das características gerais da unidade, já expostas. Considerando-se a ampla faixa de exposição da Formação ao longo da escarpa da Ibiapaba no trecho Tianguá-Ubajara com desniveis da ordem de 700 metros e ainda os fortes mergulhos e peculiaridades tectônicas, estimamos valores mínimos da ordem de 2.000 metros de espessura para esta unidade.

c - Características Petrográficas

Petrograficamente a Formação Coreaú caracteriza-se por uma associação de sedimentos clásticos, geralmente imaturos com dominância de arenitos arcoseanos, grauvacas e arcóseos. As fácies de metamorfismo térmico desenvolvidas na borda de intrusões graníticas complementam o conjunto litológico desta unidade. As fácies mais grosseiras, representadas por grauvacas conglomeráticos e grauvacas líticas ocorrem preferencialmente no bordo oeste da bacia, bem expostos nos vales dos riachos Jardim e Itaguaraçu, onde exibem gradações laterais e verticais para arcóseos e arenitos arcoseanos.

São rochas de coloração cinza-parda e cinza-esverdeada, de granulação fina, com abundante matriz pelítica onde se destacam fragmentos de rochas e de minerais claros, de coloração rósea. A análise microscópica de algumas amostras representativas, todas situadas no bordo oeste da bacia, revelou sempre texturas de natureza clástica granular, mal selecionadas, algumas com orientação. A matriz, geralmente abundante (> 50%) é constituída de grãos de quartzo, feldspato e principalmente hidromicas e material argiloso. Dispersos na matriz, observam-se clastos angulosos, mal selecionados (0.05 -1.00mm) de composição variada, indicando procedências diversas: plagioclásio, microclina, quartzito, calcedônia, vulcânicas ácidas, filito, calcário, serpentinito, etc.. Em algumas amostras observam-se matriz orientada com maior presença de minerais micáceos e recristalização parcial dos elementos grosseiros indicativos de um metamorfismo incipiente atuando nestas rochas. A má seleção mineralógica e granulométrica destas rochas identifica uma sedimentação rápida, sem triagem, em ambiente de subsidência acelerada.

Outras ocorrências de grauvacas e tipos litológicos afins foram assinaladas na borda sudeste da bacia, aflorando na rodovia CE-71, trecho Aprazível-Mucambo, ao sul do riacho Logradouro.

Na parte norte da bacia, entre o povoado Santo Antonio e a cidade de Coreau, bem como nos arredores de Aroeiras, as litologias predominantes são arenitos arcoseanos e arcóseos de cores claras variando de creme a cinza amarelado, de granulação média a fina, bastante endurecidos, podendo apresentar silicificação em áreas tectonicamente favoráveis. Ao microscópio, exibem textura clástica granular com alguma orientação, são constituídos predominantemente de quartzo e feldspatos em grãos bem classificados, mostrando alguma recristalização e ligeiro denteamento. Os interstícios dos grãos são preenchidos por matriz pelítica constituída de filossilicatos, por vezes mostrando orientação, além de quartzo e feldspato de granulação mais fina. São rochas afetadas por um epimetamorfismo evidenciado pela recristalização parcial, orientação das micas e ligeiro denteamento dos grãos.

As intrusões graníticas, que constituem os "stocks" do Mucambo e Meruoca-Rosário cortaram todas as unidades do Grupo Bambuí, desenvolvendo em suas bordas auréolas de termometamorfitos, particularmente conspícua no caso do "stock" granítico do Mucambo. Nas áreas de contato com o granito Meruoca-Rosário os intensos falhamentos mascaram parcialmente a faixa de termometamorfitos, tornando bastante difícil a sua individualização no mapa.

e - Tectônica

A Formação Coreaú, como unidade terminal da sequência Bambuí participou da tectônica plástica tão característica do Grupo. Na região de Aprazível apresenta-se em uma sequência de anticlinais e sinclinais paralelas com os eixos orientados segundo NE-SW, geralmente com plunge para NE. Nos dobramentos do riacho Siriema e a noroeste de Ubaúna aparece regularmente, ocupando posição característica nas estruturas. Apesar dos dobramentos conspícuos observados nestas áreas, a feição tectônica de maior realce da Formação Coreaú é um intenso fraturamento de caráter regional claramente desvinculado de estruturas locais. Este fraturamento não obedece direções preferenciais, exibindo sempre um padrão caótico e indefinido. Em algumas áreas a intensidade do fraturamento por vezes confunde e impede a identificação das atitudes das camadas nos afloramentos.

Tal comportamento tectônico, reflete a elevada competência das rochas desta unidade e resultou dos intensos esforços a que foi submetida na fase orogenética que se seguiu a deposição do Grupo Bambuí.

Merece destaque o diaclasamento que abriga o grande número de diques que compõe o denominado "complexo filoniano" da Formação Parapuí (Grupo Jaibaras), e que secciona a Formação Coreaú em linhas paralelas e grosseiramente orientadas segundo E-W e NE-SW, com maior frequência na região entre Aroeiras, Coreaú e a falha Arapa.

f - Ambiente de Sedimentação

Sumariamente, as litologias da Formação Coreaú podem ser agrupadas nos termos arcóseos e ou arenitos arcoseanos e grauvacas. Como vimos, estas litologias acham-se intimamente relacionadas e ainda que reconhecendo nas diversas áreas da bacia a dominância de uma ou de outras fácies, ambas se interpenetram e se sucedem em uma típica associação terrígena do tipo "flysch". No desenvolvimento geotectônico da área, a Formação Coreaú corresponde ao início do estágio de pós-inversão da geosinclinal caracterizada por acentuado desequilíbrio tectônico com áreas fortemente subsidentes ao lado de áreas em franco processo de soerguimento.

A grande espessura desta unidade, estimada em pelo menos 2.000 m é indicativa da intensidade erosiva e deposicional do período. Os sedimentos desta fase, essencialmente imaturos, com prevalência de elementos lábeis, testemunham condições extremas de erosão, transporte e sedimentação, processando-se esta última em bacia de ambiente redutor.

4.3.1.7 - Idade e Correlação Estratigráfica

Desde a correlação pioneira de Williams, (op. cit.) dos calcários, hoje incluídos na Formação Frecheirinha, com a então Série Bambuí, este termo vinculou-se definitivamente a geologia do noroeste do Ceará, ainda que não se observe, por parte dos autores, preocupação sobre a validade estratigráfica de tal denominação. A ausência ou extrema pobreza de res -

tos fósseis nas áreas clássicas do Grupo Bambuí, restrito a esporádicas ocorrências de estromatólitos do tipo *Collenia*, limitaram as possibilidades de correlação estratigráfica, a meras comparações litológicas. Desta forma, deve-se mais à tradição, a manutenção da denominação Grupo Bambuí ao conjunto litológico aqui individualizado em uma bacia isolada e afastada mais de 1.000 quilômetros das áreas clássicas de ocorrências do Grupo e cerca de 500 quilômetros de sua ocorrência mais próxima.

A integração dos dados geológicos e geotectônicos, com datações geocronológicas recentes, nos permite um novo enfoque do problema.

Amaral & Kawashita, (1967), aplicando o método Rb/Sr em amostras de folhelhos intercalados nos calcários Sete Lagoas, determinaram idade de 600 ± 50 m.a. para o Grupo Bambuí, colocando-o no eo-Cambriano, portanto, de acordo com as observações geológicas de Almeida, (op. cit.). No noroeste do Ceará, a datação do granito Meruoca, 440 m.a., Vandoros, (op. cit.), intrusivo nas camadas ditas Bambuí, também situa a sequência sedimentar no eo-Cambriano, dado coerente com o desenvolvimento geotectônico regional. Desta forma, existe uma correspondência cronológica entre o Grupo Bambuí na sua área clássica, e a sequência homônima da região noroeste do Ceará.

Do ponto de vista estratigráfico as sequências litológicas aqui individualizadas nas Formações Trapiá, Caiçaras, Frecheirinha e Coreáú, apresentam um paralelismo acentuado

ado com a coluna estratigráfica proposta por Braun, (1968) para o Grupo Bambuí, em Minas Gerais e Goiás, conforme pode ser observado no quadro comparativo abaixo.

GRUPO	BAMBUÍ
BRAUN. O.P.G. (1968)	NW. CEARÁ-Projeto Jaibaras
Formação Três Marias-Arcóseos, grauvasa síltica e arenitos arcoseanos.	Formação Coreaú-Arcóseos, grauvasas e arenitos arcoseanos.
Formação Paraopeba- Rochas carbonáticas e pelíticas.	Formação Frecheirinha-Rochas carbonáticas e pelitos subordinados.
Formação Paranoá-Quartzitos, filitos e metasiltitos.	Formação Caiçaras- Ardósias com quartzitos intercalados.
	Formação Trapiá-Quartzitos e arenitos filitosos.
Conglomerado Basal (Fácies Carrancas)	Não observado

O conglomerado basal da sequência não foi observado na área do Projeto Jaibaras devido ao seu caráter descontínuo ou as condições tectônicas peculiares da bacia. As Formações Trapiá e Caiçaras, por suas litologias, correspondem ao conjunto denominado de Formação Paranoá. Esta similitude litológica se acentua nas duas formações terminais da sequência, respectivamente as unidades de sedimentos carbonáticos e de arcóseos e grauvasas.

Do ponto de vista geotectônico, as Formações eocambrianas do noroeste do Ceará corresponderiam a extensão setentrional dos sedimentos depositados na borda ocidental

da plataforma do São Francisco e que constituem o geosinclíneo Brasília, Almeida, (op. cit.). Com efeito, observa-se uma similitude flagrante na evolução tectônica do geosinclíneo Brasília e do conjunto aqui individualizado como miogeosinclíneo da Ibiapaba. À correspondência de fácies litológicas associa-se a correspondência de estilo tectônico, cujo elemento dominante, em ambos os casos são falhas inversas e dobras isoclinais ou reviradas. A continuidade do miogeosinclíneo Ibiapaba por sob os sedimentos da bacia do Meio Norte em direção sudoeste, se bem que especulativa, apoia-se de certa forma na coincidência das direções estruturais no noroeste do Ceará e no bordo sul da bacia, região nordeste de Goiás. Acrescente-se, a presença de litologias (arcóseos e grauvacas), na área de Parnaguá e Corrente, sul do Piauí, Winge, (op. cit.) tidas como representantes do Grupo Bambuí.

Como base nos critérios expostos concluimos pela correlatividade no tempo, litológica e tectônica do Grupo Bambuí na sua área clássica de Minas Gerais e Goiás, com o conjunto litológico tido como representação do mesmo Grupo no noroeste do Ceará, resultantes de um mesmo ciclo geotectônico. Em termos de tempo, situa-se o Grupo Bambuí, definitivamente no eo-Cambriano.

4.3.2 - Granitóides Tipo Meruoca - EOgrm

4.3.2.1 - Generalidades

Dois importantes "stocks" graníticos ocorrem na

área de sedimentos epimetamórficos dos Grupos Bambuí e Jaibaras e constituem as serras Meruoca-Rosário e do Carnutim. Estas rochas plutônicas têm sido frequentemente citadas e parcialmente descritas na bibliografia da área. Kegel et alii, (op. cit.), colocam o granito vermelho da Meruoca no embasamento cristalino. Cobra, (op. cit.) admite duas fases intrusivas, a mais antiga representada pelo granito Mucambo, pré-vulcânico e outra mais jovem representada pelo granito Meruoca-Rosário, pós-vulcânico. Mabesoone et alii, (op. cit.), referem-se aos granitos da serra do Carnutim e da serra Meruoca posicionando-os no Grupo Jaibaras como evento pós-Trapiá e pré-Aprazível. Datação radiométrica (K/A) em uma amostra do granito Meruoca revelou idade de 440 m.a. Vandoros, (op. cit.), que o coloca no Cambriano Médio. Danni, (op. cit.) descreve com algum detalhe o "stock" granítico do Mucambo (serra do Carnutim) e com base em diversas análises petrográficas classifica-o como granito monzonítico.

Além dos corpos intrusivos maiores, que constituem os "stocks" do Mucambo e Meruoca-Rosário, esta fase magmática manifesta-se também na forma de diques de microgranito e intrusões menores, representadas pelo "plug" granítico do serrote da Rôla, a oeste da vila Arceiras.

A classificação aqui adotada de "stock" para estas massas intrusivas corresponde aos conceitos de Longwell e Bateman, in Amstutz, (1971), que reservam a denominação "batolito" para massas graníticas com diâmetro superior a 100 quilômetros.

4.3.2.2 - "Stock" Granítico do Mucambo

a - Definição

Esta importante massa intrusiva situa-se na porção sul-central da folha Frecheirinha, tem forma grosseiramente circular com alongamento pronunciado para sudoeste, e é truncado nos flancos leste e sudeste pela falha Café Ipueiras, compreendendo uma área de aproximadamente 180 km².

Morfologicamente, condiciona duas paisagens distintas. Na parte sul e central, nos arredores da cidade de Mucambo, até o povoado Pirituba, instalou-se um peneplano suave com espesso solo de decomposição, que abriga cobertura vegetal de médio porte, bastante densa. A parte norte do maciço, por outro lado, corresponde a área de relevo áspero, denominada Serra do Carnutim, (foto 3) expressão morfológica de destaque na região, de forma semi-lunar, grosseiramente paralela ao contato da massa intrusiva.

O "stock" granítico do Mucambo, intrusivo nos sedimentos epimetamórficos do grupo Bambuí, proporcionou o desenvolvimento de uma ampla auréola de metamorfismo térmico nas unidades litológicas atravessadas, bem representada morfológica e petrograficamente. Ao longo do contato com as formações do Grupo Jaibaras, acompanhando a falha Café Ipueiras, não foi observado qualquer manifestação de termometamorfismo nos sedimentos da Formação Pacujá, insinuando a "mise en place" anterior da intrusão granítica.

b - Petrografia

Baseando-se em critérios texturais, Danri, (op.cit.) distinguiu três fácies na parte norte e noroeste do "stock", sendo que uma delas, a fácies porfirítica não foi reconhecida em nossos trabalhos.

A grande maioria, cerca de 80% da massa intrusiva, é constituída por uma rocha granítica grosseira equigranular, isotrópica, leucocrática em tonalidades cinza clara, destacando-se macroscopicamente feldspato branco, quartzo e máficos.

Nas fácies de borda, por exemplo, nas proximidades do povoado Coité, observam-se eventuais variações para granulometria média a fina, exibindo raramente estrutura "schlieren". São comuns a presença de enclaves das encaixantes, (foto 12) exclusivamente na zona de contato com o Grupo Bambuí. Ao sul da fazenda Caetano, na estrada para Pirituba, isolado na massa granítica aflora um típico calco-hornfels que corresponde a um grande bloco de sedimento carbonático englobado pelo magma e não totalmente assimilado, constituindo estrutura do tipo "roof-pendant".

Ao microscópio, esse granito apresenta textura granular grosseira, é constituído de quartzo em grandes cristais xenomórficos e feldspatos, representados por K-feldspato (microclina pertitizada) e plagioclásio (28-30%An) em percentagens aproximadamente iguais.

Quanto aos ferromagnesianos, encontramos hornblenda (sódica e férrica) substituídas por biotita marrom e epidoto

to. Como acessório observam-se pequenas pontuações de fluorita inclusas nos ferromagnesianos, além de zircão, alanita, apatita e opacos. Trata-se portanto de um granito monzonítico com hornblenda e biotita, evoluindo na extremidade sul do "stock" (próximo a Pirituba) para um granito sub-alcalino com hornblenda. Na tabela I apresentamos as análises químicas e composição modal, de diversas amostras deste granito, com as localidades referidas no mapa índice, (figura 6).

Como constituinte subordinado do "stock" de Mucambo foi individualizada uma outra fácies granítica com distribuição na parte central do corpo magmático, isto é, nas proximidades da cidade de Mucambo, fazenda Caetano, ao longo da falha Café Ipueiras e em ocorrências isoladas (Vila Coité), provavelmente na forma de diques ou apófises inclusas no granito-monzonítico anteriormente descrito.

Trata-se de rocha de granulação grosseira com cristais de até 1 cm de feldspato cor de carne, o que confere a rocha coloração avermelhada. Destacam-se ainda grãos xenomórficos de quartzo e placas irregulares marrom esverdeada que correspondem a agregados de minerais máficos. A rocha é uma massa isotrópica, com total ausência de orientação. Amostras de afloramentos típicos, na cidade de Mucambo e na fazenda Caetano revelaram ao microscópio textura pegmatóide gradando para textura granular, em alguns casos com cataclase. Os feldspatos constituem cerca de 50% da rocha, em grãos xenomórficos e sub-automórficos. Cerca de 2/3 correspondem a K-feldspato pertitizado (pertita) e o restante a plagioclásio (oligoclásio sódico 10-15% An). O quartzo aparece em grãos xenomórficos, intersticiais. Os minerais máficos são representados por

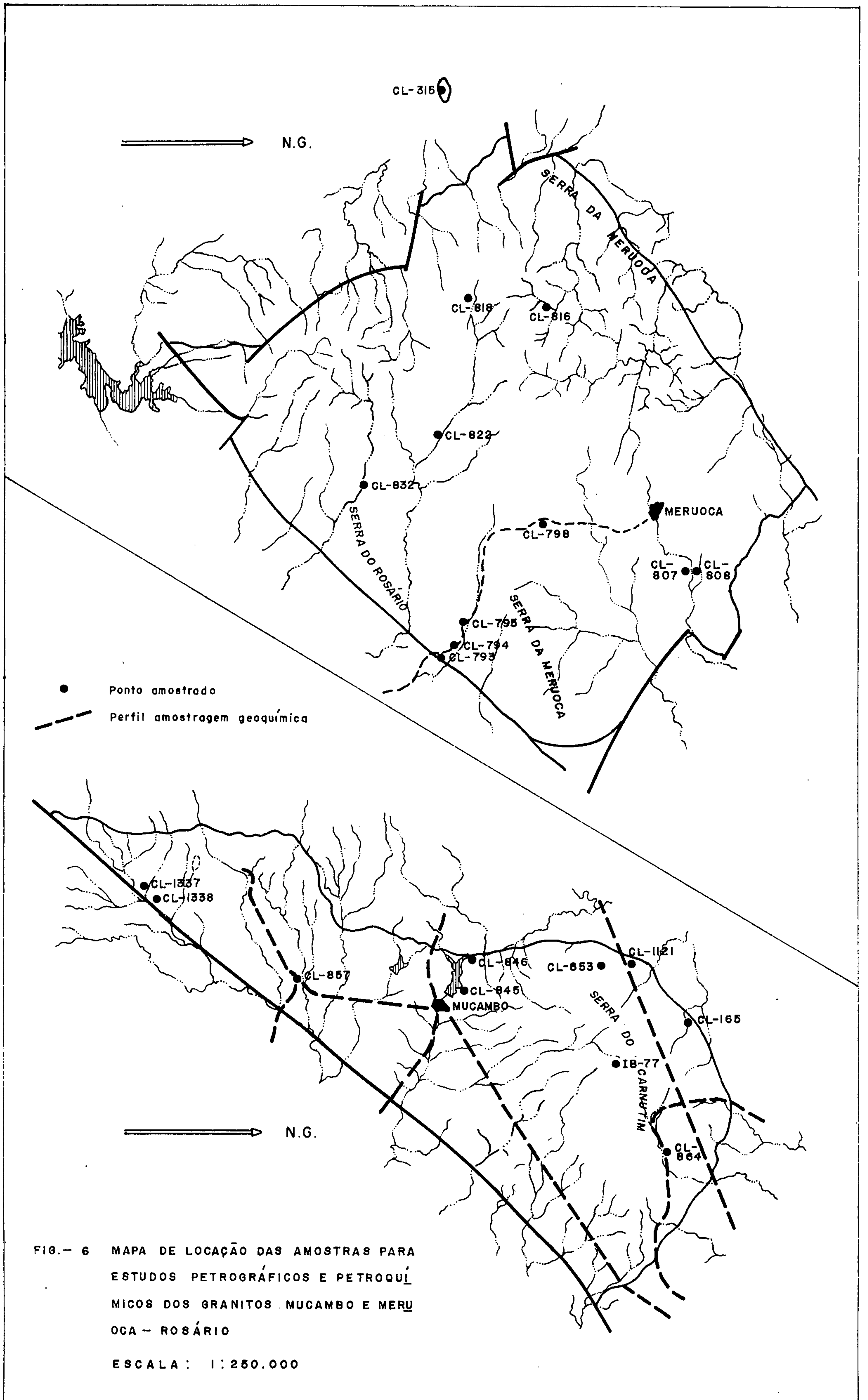


TABELA - I

AMOSTRA	CL-165	CL-845	CL-846	CL-853	CL 857-A	CL 857-B	CL 864	CL 1121-A	CL 1337	CL 1338	IB-77
SiO ₂	69.90	66.2	73.9	70.6	68.6	67.2	68.40	66.70	68.00	71.00	72.50
Al ₂ O ₃	14.60	12.0	10.7	11.0	12.5	13.5	13.69	16.06	13.93	14.64	13.55
Fe ₂ O ₃	1.28	0.7	1.3	0.6	2.0	1.7	1.40	1.28	1.90	0.96	1.22
FeO	4.32	4.9	1.9	4.4	1.8	3.5	4.46	4.32	4.18	1.00	3.02
MnO	0.05	0.27	0.2	0.27	0.33	0.33	0.10	0.12	0.07	0.05	0.06
MgO	0.66	0.09	0.9	0.18	0.50	0.5	0.58	0.54	0.71	0.76	0.38
CaO	0.65	2.6	1.2	3.1	2.4	2.4	2.31	1.96	1.33	4.69	—
Na ₂ O	2.84	3.4	2.7	3.5	3.9	4.3	2.78	2.92	3.07	4.76	2.70
K ₂ O	4.22	4.9	3.8	5.0	4.9	5.3	4.66	4.66	4.51	0.59	4.82
TiO ₂	0.48	0.9	0.7	0.9	0.9	1.0	0.50	0.50	0.57	0.50	0.32
P ₂ O ₅	0.18	0.20	0.12	0.17	0.20	0.26	0.10	0.08	0.10	0.12	0.12

TABELA - II

AMOSTRA	CL-315	CL-793	CL-794	CL-795	CL-798	CL-807	CL-808	CL-816	CL-818	CL-822	CL-832
SiO ₂	64.1	69.6	74.9	72.0	75.7	72.1	73.1	70.60	76.0	75.80	74.00
Al ₂ O ₃	14.3	13.8	13.0	13.5	12.0	13.0	12.0	17.47	12.28	12.28	12.75
Fe ₂ O ₃	2.0	1.0	0.9	1.3	1.8	1.0	0.4	1.68	1.83	1.81	2.67
FeO	3.8	1.9	0.9	0.9	0.3	0.5	0.8	0.42	0.28	0.40	0.10
MnO	0.4	0.13	0.27	0.2	0.2	0.23	0.2	0.03	0.01	0.04	0.04
MgO	0.5	0.9	0.09	0.3	0.04	0.04	0.09	0.10	0.09	0.08	0.09
CaO	1.4	1.2	0.9	1.1	0.4	1.1	0.8	0.30	0.50	0.20	0.20
Na ₂ O	4.5	2.4	3.5	3.5	3.3	4.1	4.1	3.34	3.04	2.84	1.84
K ₂ O	3.2	7.9	6.4	6.8	5.0	5.4	5.3	5.12	4.67	4.96	6.92
TiO ₂	0.4	0.25	0.15	0.25	0.15	0.1	0.1	0.10	0.10	0.20	0.05
P ₂ O ₅	0.10	0.05	0.06	0.06	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04

hornblenda sódica (pleocroísmo verde), alterando para biotita clorita e epidoto. Em algumas lâminas com cataclase incipiente observam-se caulinição e sericitização parcial dos feldspatos. Como acessórios ocorrem zircão, apatita, fluorita, alunita, titanita, leucoxênio e opacos. Petrograficamente, esta rocha corresponde a um granito sub-alcalino a hornblenda e biotita.

c - Petroquímica

Onze amostras representativas dos tipos petrográficos constituintes do "stock" granítico de Mucambo (vide figura 6) foram analisadas quimicamente, e com base nestas análises (Tabela 1) investigamos alguns aspectos ligados ao quimismo do corpo intrusivo.

Para definição do grau de afinidade calco-alcalina ou alcalina da intrusão, usamos o diagrama de variação proposto por Wright, (1969), que relaciona as percentagens em peso de SiO_2 e o índice de alcalinidade expresso na relação:

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{alk total}}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} - \text{alk total}}$$

Para o caso de corpo magmático diferenciado o diagrama utilizado mostra-se mais efetivo do que o clássico índice de calco-alcalinidade de Peacock e, em se tratando de rochas com valores de SiO_2 elevados, oferece resultados mais significativos do que diagramas usando o índice δ de Rittmann (1962).

O exame do diagrama (fig. 7) indica que das 11 a mostras analisadas, seis situam-se francamente no campo calcoalcalino, quatro no campo intermediário e apenas uma no campo alcalino.

A correlação destes dados com os elementos petrográficos disponíveis, indica que as amostras de quimismo calcoalcalino correspondem as fácies de maior distribuição no "stock", isto é, ao granito monzonítico com hornblenda e biotita. As demais amostras de afinidade alcalina correspondem ao granito vermelho petrograficamente classificado como granito subalcalino com hornblenda e biotita.

As mesmas análises foram plotadas em diagramas triangulares para $\text{Na}_2 + \text{K}_2\text{O}$; MgO ; FeO_t (ferro total expresso em FeO) e para Na_2O ; K_2O ; CaO (figura 8). Para efeito comparativo, plotamos as curvas de variação do batolito calcoalcalino da Califórnia do Sul, Nockolds & Allen, (1953). Os pontos representativos do granito Mucambo acompanham com bastante fidelidade o "trend" das curvas de referência, confirmando a sua afinidade calcoalcalina. No diagrama AFM observa-se um ligeiro desvio dos pontos em relação a curva correspondente, realçando o caráter ferromagnésiano mais acentuado do granito Mucambo.

4.3.2.3 - "Stock" Granítico Meruoca-Rosário

a - Definição

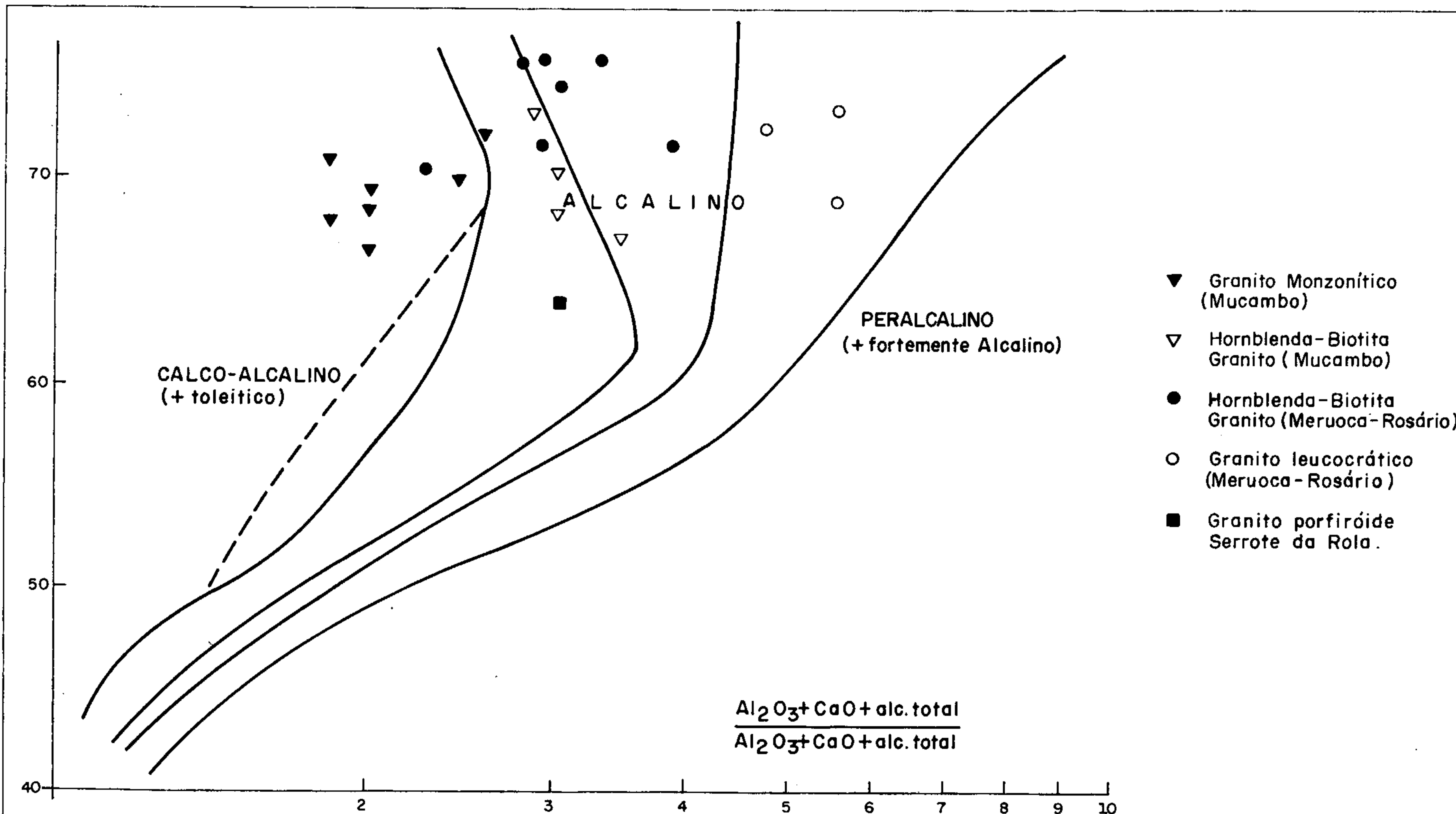


FIG. 7-DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE ALCALINIDADE (WRIGHT J. B. - 1969) DOS GRANITOS MUCAMBO E MERUOCA-ROSÁRIO.

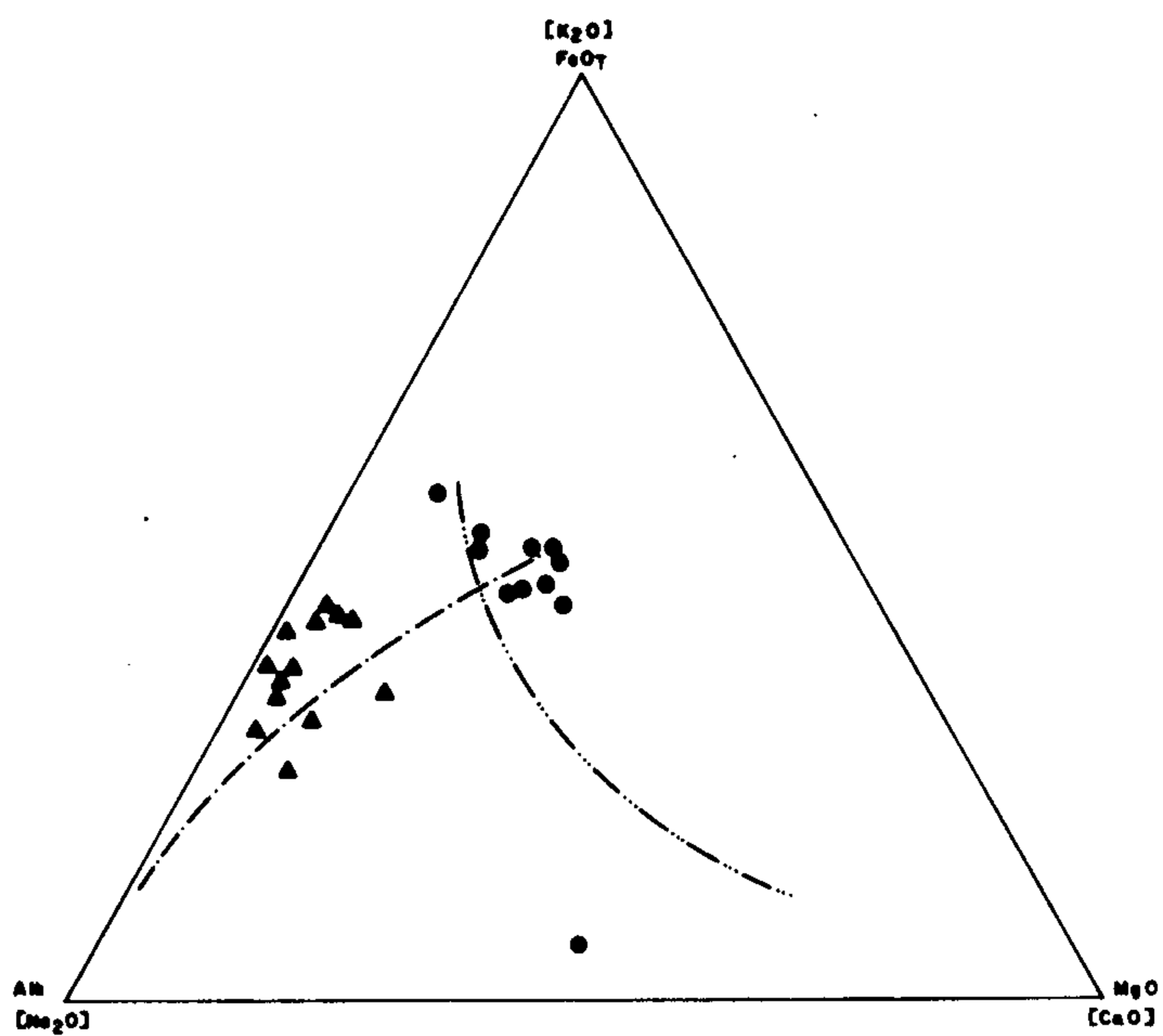


FIG. 8 - DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DO GRANITO MUCAMBO.

- Diagrama Alk / FeO_γ / MgO
 - ▲ Diagrama Na₂O / K₂O / CaO
- Curvas de referência: Batolito calco-alcálico da Califórnia do Sul (NOCKOLDS, S.R. e ALLEN, R - 1953)
- Variação de Alk / FeO_γ / MgO
 - .-.- Variação de Na₂O / K₂O / CaO

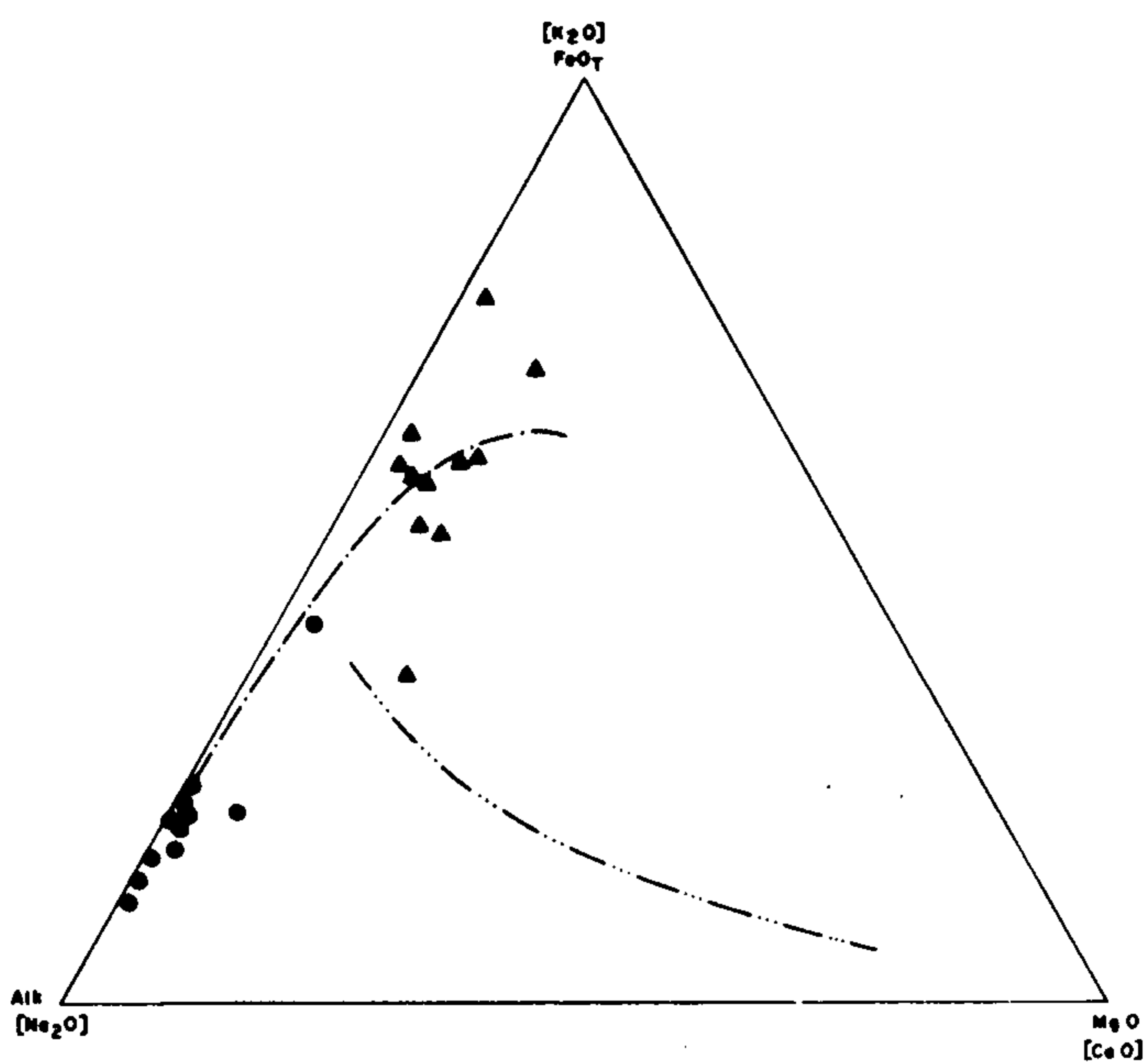


FIG. 9 - DIAGRAMA DE VARIAÇÃO DO GRANITO MERUOCA-ROSÁRIO.

- Diagrama Alk / FeO_γ / MgO
 - ▲ Diagrama Na₂O / K₂O / CaO
- Curva de referência: série basalto → riolito alcalino Ilha da Pascoa (NOCKOLDS, S.R. e ALLEN, R - 1954)
- Variação de Alk / FeO_γ / MgO
 - .-.- Variação de Na₂O / K₂O / CaO

Este corpo de rocha granítica localiza-se no curso médio do Rio Acaraú, entre as cidades de Sobral e Coreaú, tem forma aproximada de um quadrado com cerca de 20 km de lado, orientados segundo NE-SW e NW-SE, o que corresponde a uma área da ordem de 400 km², pelo menos o dobro da área do "stock" de Mucambo. Distribui-se nas folhas Sobral e Frecheirinha com pequena penetração na folha Bela Cruz.

Constitui as conhecidas serras da Meruoca e do Rosário, unidade morfológica isolada e de maior destaque na região, com altitudes da ordem de 1.000 metros, o que representa um desnível de 850-800 metros do peneplano que a circunda, (foto 2). Condiciona um relevo montanhoso com escarpas abruptas, geralmente nuas ou com feições ruiformes em blocos de rocha soltos e empilhados de forma caótica. Nos níveis superiores, apesar do relevo movimentado, desenvolve espessa cobertura de solo de decomposição, intensamente cultivados. Em nítido contraste com o clima semi-árido quente do peneplano regional, as serras Meruoca e Rosário propiciam o aparecimento de um microclima úmido e frio repetindo o fenômeno observado na serra da Ibiapaba.

O "stock" granítico Meruoca-Rosário, em seu bordo leste, exhibe contato tectônico com a Formação Pacujá, ao longo da falha Café Ipueiras e ao sul de Massapê, ao longo da falha Contendas. Na extremidade sudoeste a massa granítica faz contato normal com as unidades do Grupo Jaibaras, até a fazenda Barra. Ao longo de toda esta linha de contato não foi observado qualquer indício de metamorfismo térmico nas Formações do Grupo Jaibaras. Da fazenda Barra para norte, até

Coreaú ao longo do flanco oeste da serra, a massa granítica está em contato com a Formação Coreaú, observando-se em toda esta zona desenvolvimento de cornubianitos e calco-hornfels, em uma auréola de termometamorfitos parcialmente mascarada por falhamentos póstumos. Nesta área são comuns apófises e diques espessos do granito penetrando as formações do Grupo Bambuí. O "plug" granítico do serrote da Rôla, a oeste de Areira, é o exemplo mais típico destas manifestações. A partir de Coreaú, acompanhando a serra em seus flancos norte e nordeste, até o riacho Contendas, o granito Meruoca-Rosário é bordejado por rochas do embasamento pré-Cambriano, ora em contato tectônico, ora em contato intrusivo, com aparecimento de hornfels a cordierita e tipos afins.

b - Petrografia

Petrograficamente, o "stock" Meruoca-Rosário apresenta uma surpreendente homogeneidade, praticamente restrito a tipos petrográficos mineralogicamente semelhantes com raras diferenças granulométricas e texturais.

A fácies petrográfica dominante, cerca de 80-90% da área do maciço, é o conhecido granito vermelho da Meruoca. Trata-se de uma rocha grosseira, equigranular e isotrópica de cor vermelha forte, macroscopicamente constituída de feldspato cor de carne e quartzo. Não se observam praticamente minerais máficos. Esta rocha tem representação marcante em quase toda área do maciço com afloramentos típicos na estrada Sobral-Jordão-Rosário, na área de Alcantaras e na estrada Sobral-Merucca.

Ao microscópio, revela textura hipidiomórfica granular grosseira constituída essencialmente por ortoclásio pertítico em cristais irregulares ou geminados, raro plagioclásio, e quartzo com bordas de corrosão com o ortoclásio. Os máficos, em quantidades subordinadas, são biotita e hornblenda. Fluorita intersticial tem presença constante, além do zircão, apatita, alanita, leucoxênio, epidoto, clorita e sericita, estes últimos dependendo do grau da alteração dos minerais primários. Corresponde petrograficamente a um biotita-hornblenda granito com variações para granito leucocrático, na ausência dos máficos.

O segundo tipo petrográfico identificado, trata-se de uma variante do anterior, distribuído preferencialmente no bordo nordeste do "stock", e diferindo apenas pela ausência sistemática da hornblenda e pela característica coloração cinza-amarelado. Trata-se de típico biotita-granito.

Merece destaque uma rocha de textura porfiróide de cor cinza, com afloramentos típicos na estrada Sobral-Jordão. Ao microscópio revela textura gráfica composta essencialmente de ortoclásio perítico, plagioclásio, quartzo e biotita além de fluorita incolor ou roxa. Os acessórios e minerais secundários são os habitualmente encontrados. Esta rocha classificada como granófiro, distingue-se do biotita-granito referido apenas pelas características texturais e modo de ocorrência.

O "stock" granítico Meruoca-Rosário foi penetrado por diques de diabásio relacionado ao vulcanismo Parapuí,

reservando-se maiores referências ao mesmo no capítulo específico.

c - Petroquímica

Doze amostras representativas dos tipos petrográficos do "stock" Meruoca-Rosário foram analisadas quimicamente (Análises figuradas na Tabela II e mapa índice, figura 6) e seus índices de alcalinidade calculados na forma recomendada por Wright, (op. cit.) foram plotados no respectivo diagrama (fig. 7). O exame do diagrama destaca claramente o caráter altamente dispersivo das rochas do maciço, que varia desde termos calco-alcalinos (uma amostra), com marcada dominância no campo alcalino, evoluindo até termos fortemente alcalinos. Este comportamento reflete-se petrograficamente pela maior presença de hornblenda nas amostras com tendência calco-alcalina, praticamente ausente nos polos fortemente alcalinos. Em média o "stock" granítico Meruoca-Rosário caracteriza-se por uma afinidade alcalina de natureza potássica bem marcada. Os diagramas triangulares $\text{Alk}/\text{FeO}_t/\text{MgO}$ e $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}/\text{CaO}$ (fig. 9) enfatizam esta característica. As curvas de referência correspondem a série diferenciada basalto-riolito alcalino da ilha da Páscoa, Nockolds, e Allen, (1945). Os pontos do diagrama AFM acompanham com ótima aproximação a curva de referência. Para os pontos representativos no diagrama Na/K/Ca verifica-se um pronunciado afastamento da curva de referência adotada, evidenciando a natureza alcali-potássica pronunciada das rochas que constituem o corpo intrusivo Meruoca-Rosário.

4.3.2.4 - Aspectos Genéticos

Os "stocks" de Mucambo e Meruoca-Rosário apresentam entre si um elenco de fatores comuns indicativos do relacionamento genético e contemporaneidade das intrusões.

a) Ambos são intrusivos no Grupo Bambuí como bem o demonstra as auréolas de termometamorfitos e metassomatismo de contato, indicando a condição pós-Bambuí destas magmáticas.

b) A ausência de metamorfismo térmico nas faixas de contato com os sedimentos do Grupo Jaibaras, situa estas manifestações magmáticas, em termos de tempo, no período pós-Bambuí/pré-Jaibaras.

c) Ambas apresentam granulação grosseira generalizada, indicando a natureza plutônica dos corpos intrusivos. Por outro lado, a fácies metamórfica desenvolvida nas auréolas de contato, do tipo albita-epidoto-hornfels e mais raramente hornblenda-hornfels são diagnósticos de condições epizonais de cristalização, da mesma forma que a presença de granófiros, praticamente exclusivos de plutões de epizona, Buddington, (1959).

d) As relações francamente discordantes das intrusivas, com as estruturas das rochas encaixantes seja do Grupo Bambuí, seja do embasamento pré-Cambriano, caracterizam a "mise en place" tardia destas intrusivas em relação as últimas manifestações da orogênese Caririana e, sob este ponto de vista, correspondem aos granitos ancrogênicos ou pós-cinéticos da classificação de Eskola.

e) Os granitos a ortoclásio predominantes no "stock" Mucambo, segundo Marmo, (op. cit.), são tipos pouco frequentes entre os granitos pós-cinemáticos, fazendo ver no entanto, que muito dos granitos pós-cinemáticos alpinos, do Himalaia, dos Andes e de outras regiões exibem idêntica característica mineralógica.

f) Esta fase intrusiva representa o evento derradeiro da evolução geotectônica ligada a miogeosinclinal da Ibiapaba, sucedendo no tempo as últimas fases dos dobramentos caririanos na região. Datações radiométricas em amostras do granito Meruoca, Vandoros, (op. cit.) situa este evento no Cambriano Médio (440 m.a.).

g) Do ponto de vista petroquímico observa-se um aparente zoneamento no "stock" do Mucambo com o granito monzonítico de afinidade calco-alcalina ocupando a maior parte do maciço e o hornbenda-biotita granito de tendência alcalina em posição subordinada na área central do maciço. No "stock" Meruoca-Rosário observa-se uma dominância de fácies com marcada tendência alcalina com raras variações calco-alcalinas.

h) Em termos cronológicos, as relações de campo, principalmente na área do granito Mucambo, insinuam a existência de duas fases intrusivas; a primeira, mais importante, corresponderia ao granito monzonítico de afinidade calco-alcalina e a segunda, correspondente ao granito sub-alcalino a hornblenda e biotita, de afinidade alcalina. O "stock" Meruoca-Rosário parece ter surgido apenas nesta segunda fase com o aparecimento dos magmas de afinidade alcalina. Este mecanismo evolutivo é extremamente frequente em todo o mundo, como enfatiza Routhier, (1963).

i) Do ponto de vista metalogenético assume especial importância o "stock" do Mucambo em função da sua natureza calco-alcalina e das litologias que atravessa. Chamamos a atenção para o alto potencial mineralizante nas áreas de contato com os calcários e margas da Formação Frecheirinha, recomendadas como áreas prioritárias para pesquisa. Sob este aspecto o "stock" Meruoca tem importância secundária, seja em função de sua afinidade francamente alcalina potássica, seja em função das litologias que atravessa.

4.3.3 - Grupo Jaibaras

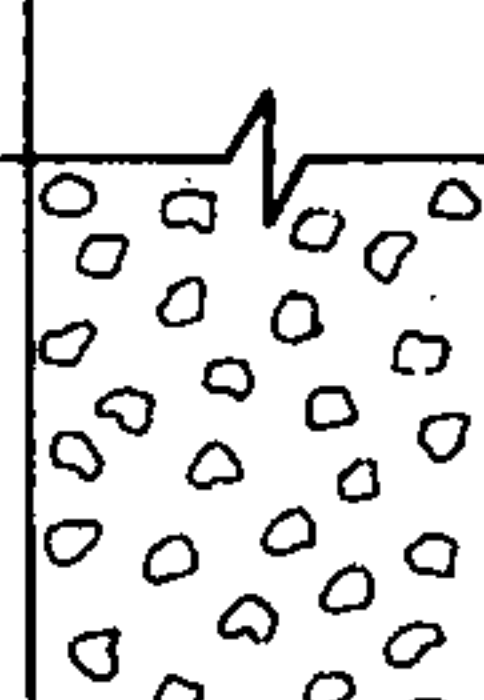
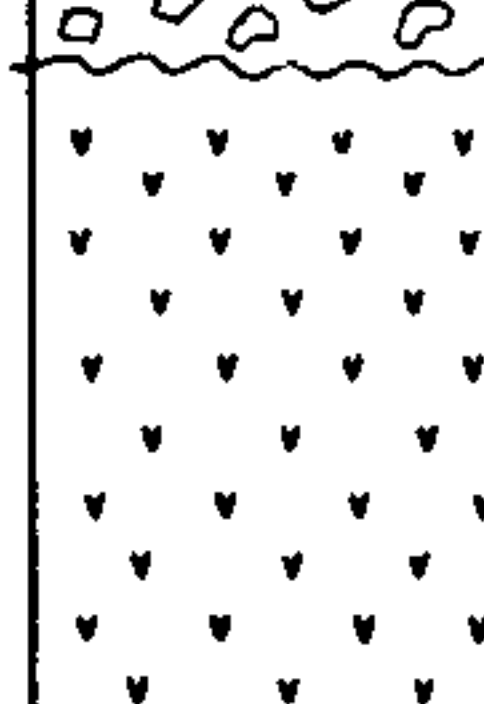
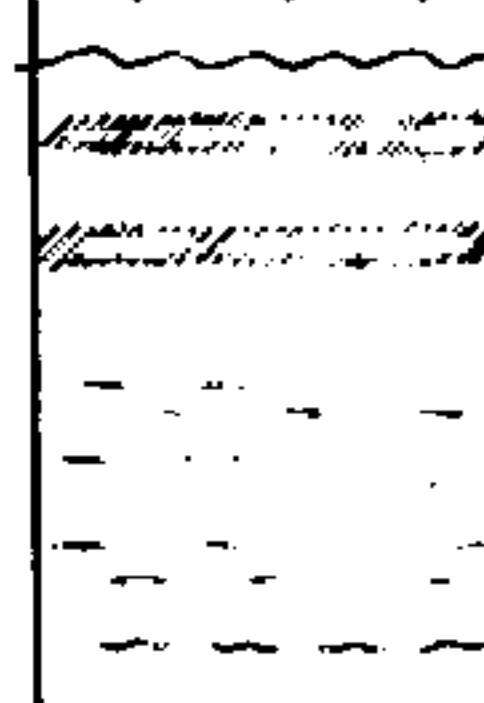
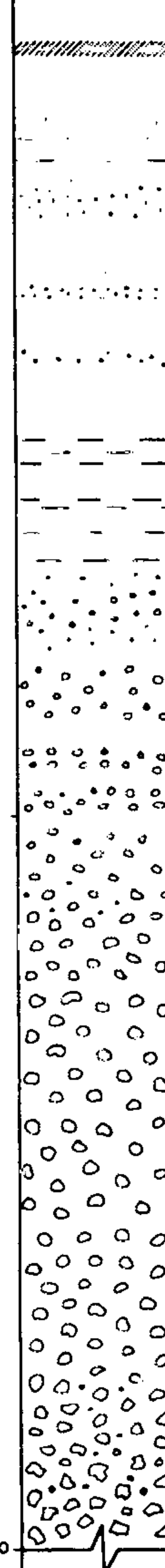
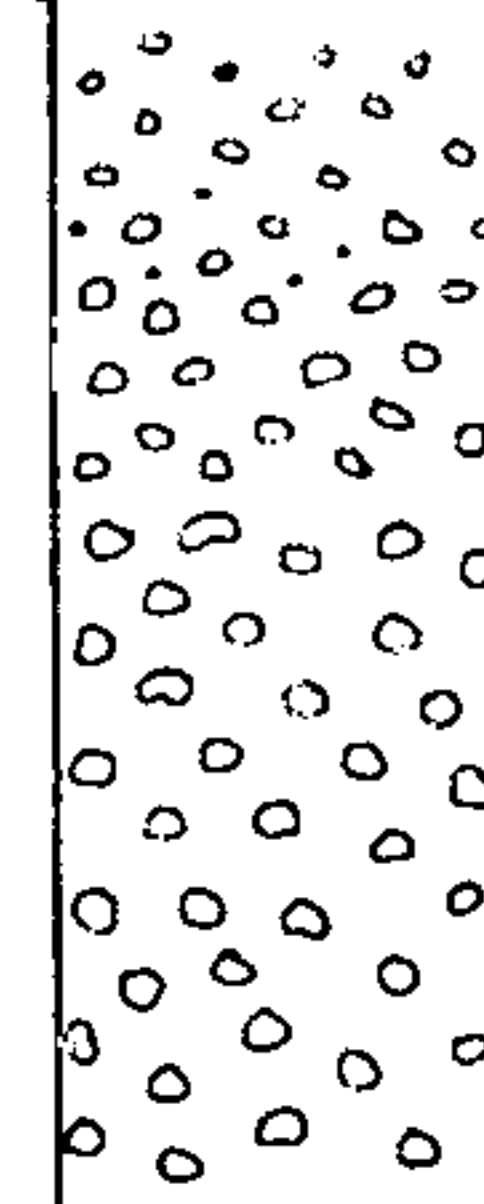
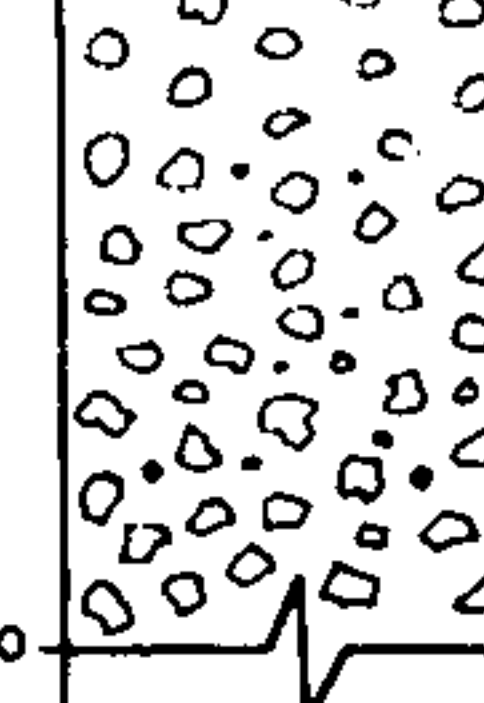
4.3.3.1 - Definição

O termo "Série Jaibaras" foi originalmente utilizado por Oliveira & Leonardos (op. cit.) e referido a uma sequência sedimentar dobrada constituída de conglomerados, arcóseos, arenitos, folhelhos vermelhos e calcários, descrita na região de Sobral e comparada pelos mesmos autores com a Série São Francisco-Bambuí. No esquema estratigráfico adotado por Kegel et alii, (op. cit.), a "Formação Jaibaras", compreendendo os membros Aprazível e Trapiá assume uma posição basal na sequência e é sotoposta a então denominada Formação Bambuí. Winge, (op. cit.), redefiniu a estratigrafia da região introduzindo a denominação "Grupo Jaibaras" subdividida em três subgrupos: superior (conglomerado brechóide); médio (vulcânicas andesíticas); e inferior (arenitos, siltitos e conglomerados). Em seu conceito recente, Mabelsoone et alii, (op. cit.), o Gru

po Jaibaras inclui uma unidade basal composta de arenitos, siltitos e conglomerados (Formação Trapiá), o maciço granítico do Mucambo, derrames e diques andesíticos e os conglomerados polimíticos da Formação Aprazível. A aplicação deste esquema estratigráfico nos trabalhos de mapeamento ora empreendidos mostrou-se em parte incompatível com os fatos observados, impondo uma redefinição estratigráfica do Grupo Jaibaras apoiada principalmente em critérios tectônico-estruturais.

A secção basal do Grupo, denominada impropriamente de Formação Trapiá, foi redefinida, compreendendo duas novas Formações, a saber: Massapê e Pacujá, que não foram afetadas pelo metamorfismo térmico associado às intrusões graníticas do Mucambo e Meruoca-Rosário. A Formação Trapiá, por sua vez, conforme definição original de Kegel et alii, (op. cit.), correspondente a uma das unidades do Grupo Bambuí, foi cortada e intensamente metamorfoisada pelo "stock" granítico do Mucambo, e as relações tectono-estruturais indicam claramente sua posição estratigráfica bastante anterior às unidades agora definidas como Formações Massapê e Pacujá.

O posicionamento das intrusões graníticas da área de Mucambo e da serra Meruoca-Rosário no Grupo Jaibaras, Dani, (op. cit.) também mostrou-se incoerente com as evidências de campo e laboratório. A ausência de qualquer manifestação de metamorfismo térmico nas extensas áreas de contato da Formação Pacujá com os referidos granitos, indica claramente a condição pré-Jaibaras dos mesmos. Apenas as unidades do Grupo Bambuí sofreram metamorfismo térmico ao longo da

SEÇÃO COMPOSTA					DATA	ESCALA	FIGURA
					NOVEMBRO/1972	1:16 000	10
IDADE	GRUPO	FORMAÇÃO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLOGICA		
CAMBRO — ORDOVICIANO	JAIBARAS	APRAZÍVEL	3050		Ortoconglomerado grosseiro, po-mictico, mal classificado, normalmente não estratificado, com blocos sub-angulosos de todos os tipos de rochas pré-Aprazível na área e com diâmetro variável de 1cm a 1m, dominando a faixa de 10-30cm. A matriz é grosseira, arcoseana, cinza amarelada, rósea ou cinza esverdeada. Condicionado a linhas de falhas e estruturas de afundamento		
		PARAPUÍ	2960		Basaltos, andesitos, dacitos, riolitos e brechas, geralmente espilitizados e queratofirizados, além de gabros, diabásios, dácitos, sienitos, dioritos e riolitos porfiríticos. Hidrotermalismo intenso em algumas áreas		
		PACUJÁ	2800		Arenito fino a médio, epi-metamórfico, castanho arroxeadado, arcoseano, micáceo, compactado, mal a regularmente selecionado; intercalado com arenito fino, arcoseano, arroxeadado, mui micáceo, regularmente selecionado e com estratificação cruzada		
			1100		Metassiltito mui micáceo, friável, bem laminado, arroxeadado, com intercalação de arenito fino, acastanhado, bem laminado, bastante micáceo, com ripple-marks e óxido de ferro recobrimdo nodulos de arenito Arenito fino, epi-metamórfico, micáceo, arcoseano, amarelo-amarronado, com estratificação cruzada em pequenos leitos e películas de óxido de ferro nos estratos cruzados. Arenito epi-metamórfico, fino, micáceo, arroxeadado, bem laminado, com intercalações de siltito micáceo e arenito arcoseano com muito óxido de ferro. Arenito epi-metamórfico, médio, arcoseano, com leitos de arenito lítico, arroxeadado, mal a regularmente selecionado, micáceo, com ocasionais níveis grosseiros. Arenito epi-metamórfico, grã média, estratificado, com intercalações de arenito grosseiro, arcoseano e pouco micáceo Arenito epi-metamórfico, arroxeadado arcoseano, grã média, compactado, bem selecionado, pouco micáceo, com alternância de horizontes finamente acamados e macios. Metassiltito finamente laminado, castanho escuro, micáceo e matriz argilo-ferruginosa Arenito epi-metamórfico, estratificado, grã fina a média, arroxeadado, regularmente selecionado, arcoseano, micáceo, com intercalações de horizontes silto-argilosos, laminados e micáceos. Arenito epi-metamórfico, estratificado, grosseiro, castanho, arcoseano a grauváquico, micáceo, matriz argilo ferruginosa, friável e com intercalações ocasionais de leitos conglomeráticos. Arenito epi-metamórfico, estratificado, grosseiro, castanho, arcoseano a grauvaquico, micáceo, matriz argilo-ferruginosa, friável e com intercalações de bancos conglomeráticos, estratificados, com matriz silto-argilosa e seixos sub-arredondados de filito e gnaíse.		
MASSAPÉ			Conglomerado epi-metamórfico, regularmente classificado, estratificado, matriz argilo-ferruginosa e seixos sub-arredondados de filito, gnaíse e migmatito; intercalação de bancos areníticos, grã média a grosseira, micáceo.				
				Conglomerado epi-metamórfico, brechóide, mal classificado, com seixos angulosos a sub-arredondados, de 2 a 20cm de diâmetro, de rochas do embasamento cristalino (migmatito, gnaíse, skarn gnaíse, filitos, quartzitos, etc); a matriz é argilo-arcoseana, marrom avermelhada, micácea e com alto grau de diagênese.			

borda dos "stocks" graníticos. Desta forma as intrusões graníticas foram excluídas do Grupo Jaibaras e situadas como atividade magnética tardia, relacionada ao desenvolvimento da mio-geosinclinal da Ibiapaba.

A complexa "suite" de rochas vulcânicas e associadas, características do graben Jaibaras foi aqui reunida sob a denominação de Formação Parapuí e corresponde ao Grupo Jaibaras médio (vulcânicas andesíticas) de Winge, (op. cit.) e a unidade de andesitos de Danni, (op. cit.).

Finalmente, para os conglomerados superiores do Grupo Jaibaras foi conservada a denominação original de Kegel et alii, (op. cit.), de Formação Aprazível, adotando-se porém a conceituação lito-estratigráfica definida por Cobra, (op. cit.) e que atribui a mesma, posição terminal no Grupo.

Desta forma o Grupo Jaibaras é constituído por uma secção basal, incluindo conglomerados brechóides (Formação Masapê); arenitos e siltitos arcoseanos, grauvacas e folhelhos (Formação Pacujá); uma unidade média de rochas vulcânicas e associadas, incluindo, espilito, andesitos, dacitos, dioritos, gabros e riolitos (Formação Parapuí); e uma unidade superior composta de conglomerados não estratificados, com matriz arcoseana (Formação Aprazível). A secção composta da figura 10, apresenta sumariamente a nova estratigrafia do Grupo Jaibaras.

4.3.3.2 - Área de Ocorrência

As diversas unidades que constituem o Grupo Jaibaras, em que pese a grande diversidade litológica, exibem um condicionamento geotectônico único e bem definido. Todas as formações estão intrinsecamente associadas a estruturas de afundamento, ao longo dos grandes falhamentos transcorrentes da área.

A área de ocorrência mais importante corresponde ao denominado "graben Jaibaras", ampla fossa tectônica, que se estende desde a escarpa da serra de Ibiapaba próximo a cidade de São Benedito em direção nordeste ao longo do lineamento Sobral-Pedro II até próximo a cidade de Morrinhos, no baixo curso do Rio Acaraú. Esta faixa abrange parcialmente as folhas de Ipú, Frecheirinha, Sobral e Bela Cruz. Na folha Frecheirinha o graben principal, limitado pelas falhas Sobral-Pedro II e Café Ipueiras, admite ramificação para norte, na região de Aprazível até a fazenda Barra, na borda oeste da serra do Rosário. Este conjunto de fossas tectônicas abriga as melhores e mais completas seções das diversas unidades que compõem o Grupo Jaibaras.

Na folha Granja outras representações do Grupo Jaibaras, geralmente incompletas, foram mapeadas ao longo da zona de cisalhamento de Jaguarapi. Associado ao falhamento principal formou-se um sistema de pequenos grabens, descontínuos e alinhados segundo NE-SW, desde a região ao norte de Martinópolis até a região do povoado Santa Terezinha. Estas pequenas estruturas preservaram sedimentos do Grupo Jaibaras,

não sendo observado contudo quaisquer manifestações do seu vulcanismo característico.

4.3.3.3 - Formação Massapê - (COjm)

a - Definição

As primeiras referências às rochas sedimentares do atual Grupo Jaibaras, Oliveira e Leonardos (op. cit.), já põem em destaque os conglomerados como elemento característico da sequência. Kegel et alii, (op. cit.) agruparam todos os conglomerados observados na área de Aprazível e na estrada Massapê-Acaraú Mirim sob a denominação de Membro Aprazível, unidade basal da então proposta Formação Jaibaras. Destacaram ainda dois tipos de conglomerados; o inferior, assinalado na estrada Massapê-Acaraú Mirim e nas proximidades de Aprazível, e o superior, ainda na região de Aprazível e próximo ao povoado Santa Terezinha. Mabesoone et alii, (op. cit.) referem-se ao conglomerado aflorante no corte da ferrovia, 1 km a oeste de Massapê, como elemento basal da Formação Trapiá (sensu lato) e sugerem o nome de membro Massapê, para o mesmo.

O mapeamento regional revelou em diversas áreas da bacia a continuidade do conglomerado basal do Grupo Jaibaras, ocupando posição tectônica e estratigráfica bem definida e caracterizado por grande variedade faciológica. Para esta unidade litoestratigráfica, pela primeira vez individualizada em mapas e definida em suas características litológicas, tectônicas e estratigráficas, propomos a denominação de

Formação Massapê. Este nome corresponde a cidade nos arredores da qual foi definida a Formação e aproveitada a denominação sugerida por Mabesoone et alii, (op. cit.), para uma de suas fácies mais características. A Formação Massapê compreende os conglomerados polimíticos, brechóides, compostos por elementos angulosos oriundos de fonte próxima a área de deposição, cimentados por matriz areno-arcoseana vermelha ou cinza escura, de caráter molassóide, e que se apresenta em bancos espessos normalmente basculados. Ocupa claramente a base do Grupo Jaibaras e representa importante evento no desenvolvimento geotectônico regional.

b - Área de Ocorrência

Os conglomerados da Formação Massapê tem presença marcante em toda borda ocidental do graben Jaibaras. Na porção norte do graben, aflora desde a estrada de ferro, cerca de 1 km a oeste de Massapê, até a fazenda Canto, ao longo da falha Massapê. Volta a aflorar em grandes extensões a partir da fazenda São Francisco, ainda ao longo da falha Massapê até alguns quilômetros a norte do riacho Cajazeiras.

Na porção sul do graben, a Formação Massapê tem área de ocorrência bastante restrita, limitando-se a uma estreita faixa na região Aprazível, desde a falha Café Ipueiras, próximo a intersecção com o riacho Florinda e daí em direção norte, até a serra do Rosário. Afloramentos típicos são encontrados na altura do km 250 da BR-222. Representações da Formação Massapê foram ainda mapeadas na área ao sul e sudeste de Coreaú onde constitui capa delgada, recobrando sedimentos do grupo Bambuí.

Nos grabens alinhados do sistema Jaguarapí não foram observados afloramentos da Formação Massapê, estando a mesma, provavelmente coberta pelas aluviões e coluviões da região ou simplesmente não aflora devido a tectônica peculiar destas bacias.

c - Modo de Ocorrência

Uma das características marcantes da Formação Massapê é a grande variação de fácies observada nas diversas áreas de ocorrência, revelando uma extrema dependência de seus constituintes de fontes de origem próximas. Normalmente apresenta-se como uma sucessão de bancos espessos superpostos, exibindo mergulhos da ordem de 20-25° para sul e sudeste, isto é, sempre dirigidos para o eixo principal do graben.

Com exceção da área de Coreau, onde constitui ocorrência isolada do Grupo Jaibaras, não foi observado em nenhum local o contato inferior da Formação Massapê. Em todos os casos observam-se nítidos contatos de falha, seja com rochas do embasamento pré-Cambriano, ao longo da falha Massapê, seja com a unidade superior do Grupo Bambuí, como ocorre na área de Aprazível. A capa da Formação Massapê caracteriza-se em todos os casos observados por um contato normal, por vezes transicional, com os arcóseos e grauvacas da Formação Pacujá que lhe é sobreposta. No afloramento do km 250 da BR-222 observa-se uma passagem brusca do conglomerado brechóide da Formação Massapê para os arenitos finos arcoseanos da Formação Pacujá, que os recobrem concordantemente. Nas áreas de Massapê e do Riacho Cajazeira por outro lado, é co-

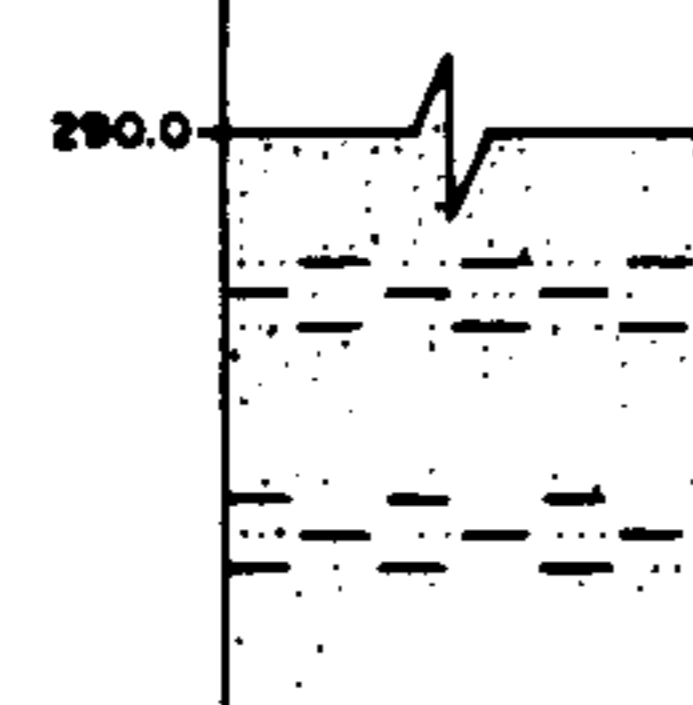
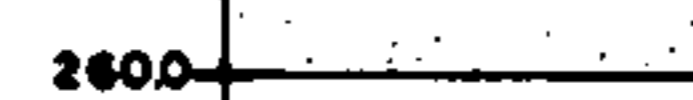


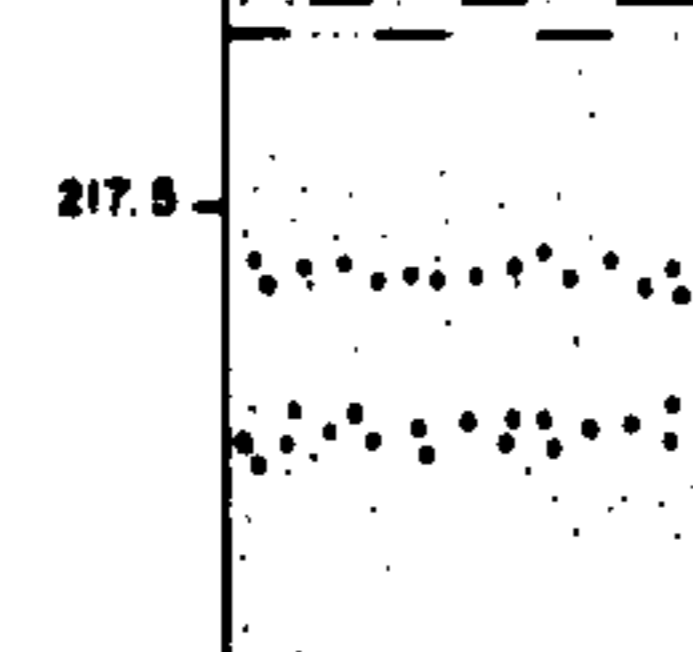
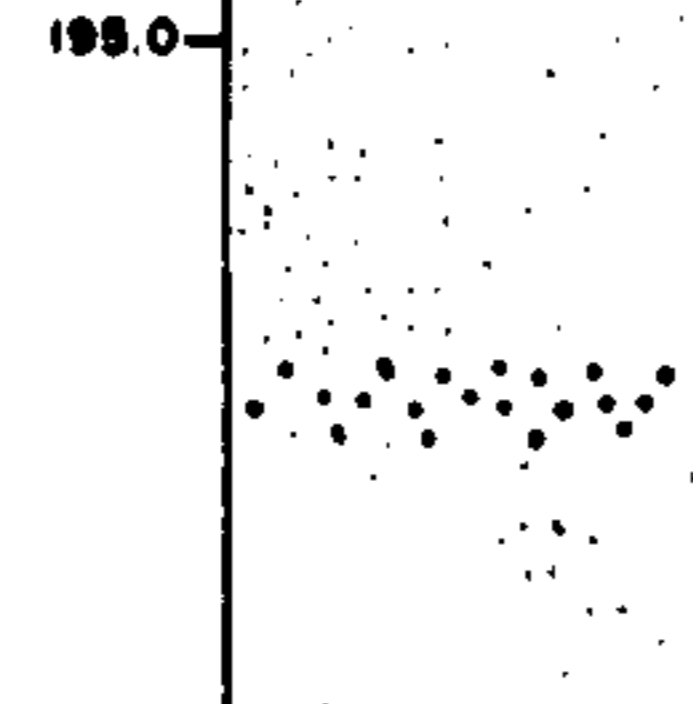
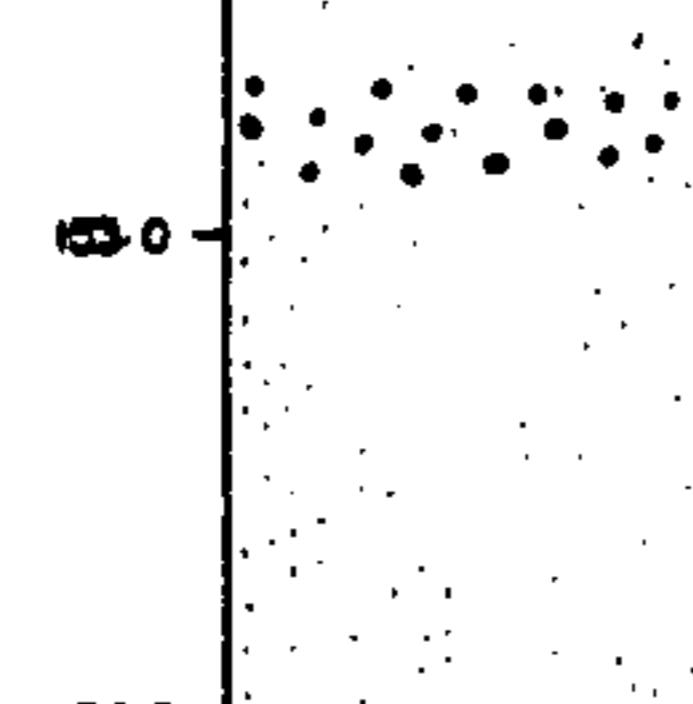
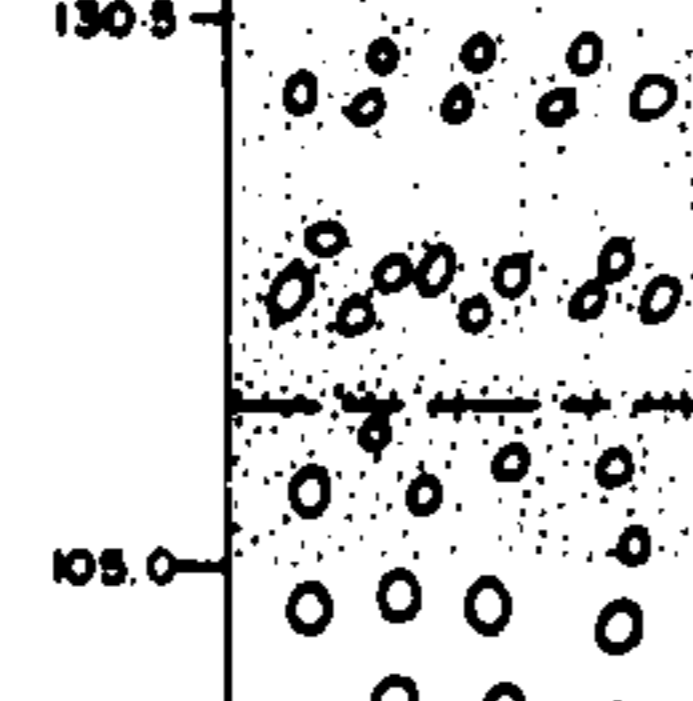
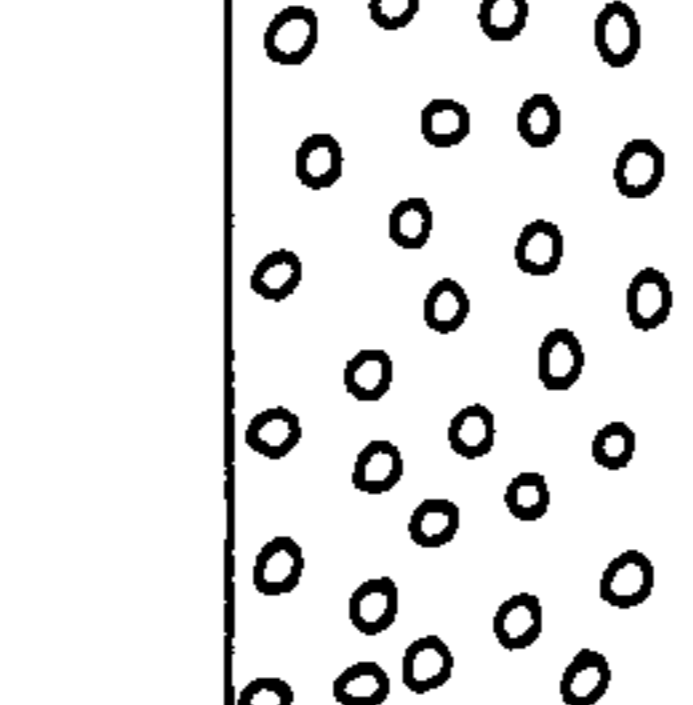

mum uma passagem gradacional de fácies, observando-se interdi-
gitação dos conglomerados da unidade basal com os arenitos e
grauvacas da Formação Pacujá.

As espessuras calculadas da Formação Massapê com
base em secções medidas são da ordem de 100 metros na área
de Aprazível (figura 11) e 180-200 m no perfil da estrada de
ferro, próximo a Massapê (figura 12). No perfil do riacho Caja-
zeiras (figura 13) esta Formação alcança espessura da ordem
de 1.080 metros, possivelmente o valor máximo desta unidade
em todo o graben. Em todos os casos não foi observado a lapa
da Formação. Acreditamos porém que na área do riacho Cajazei-
ras a base desta unidade encontra-se mascarada pela faixa de
cisalhamento da falha Massapê e neste caso a espessura calcu-
lada aproxima-se bastante da espessura total. Nos demais per-
fis mencionados, há indícios de que a Formação deve ser bem
mais espessa do que se pode observar em afloramento, se bem
que não possamos estimar o quanto.

d - Petrografia

Petrograficamente, a Formação Massapê é constitui-
da de ortoconglomerados polimíticos, Pettijohn, (1957), cuja
variação da matriz e dos elementos grosseiros denunciam um
estrito condicionamento à fontes locais de suprimento.

Nas ocorrências da área de Aprazível o conglomerado é formado por blocos angulosos de até 10 cm de dimensão
máxima, dominando blocos de 3 - 5 cm, de rochas do grupo Bam-
buí, incluindo arenitos arcoseanos micáceos de cor roxo-aver-

LOCALIZAÇÃO					FÔLHA	DATA	ESC/LA	FIGURA
FAZ APRAZÍVEL					FRECHEIRINHA SA - 24 - Y - C - VI	NOVEMBRO / 1972	1:1500	11
IDADE	FORMAÇÃO	AFLOREAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			
CAMBRO — ORDOVICIANO	PACUJÁ	CL-120	290.0		Arenito epi-metamórfico, fino, micáceo, arroxado, bem laminado, com intercalações de siltito micáceo e arenito arcoseano com bastante óxido de ferro.			
	MASSAPÉ		260.0					
		232.5			Arenito epi-metamórfico fino, micáceo, arroxado, com leitos de siltito laminado e muito micáceo			
		217.5						
		CL-61	195.0		Arenito epi-metamórfico médio, arcoseano, com leitos de arenito lítico, arroxado, mal a regularmente selecionado, micáceo, com ocasionais níveis grosseiros.			
		CL-62	150.0		Arenito epi-metamórfico, grã média, estratificado, com intercalações de arenito grosso, arcoseano e pouco micáceo.			
		CL-923	130.5		Arenito epi-metamórfico arroxado, arcoseano, grã média, compactado, bem selecionado, pouco micáceo, com alternância de horizontes finamente acomodados e moçicos.			
	COREAÚ	CL-924	105.0		Arenito epi-metamórfico, estratificado, arcoseano, grã média a grosseira, castanho arroxado, com horizontes de conglomerado bem classificado, matriz arcoseana e seixos de arenito arcoseano.			
8-C			22.5		Conglomerado epi-metamórfico, maciço, regular classificação, matriz argilo-arcoseana castanha e micáceo, formado exclusivamente de seixos de 2 a 5 cm de diâmetro, sub-arredondados de arenito arcoseano e siltito marron avermelhado, recortados por veios milimétricos de sílica			
			0		Siltito e arenito epi-metamórficos, castanhos, estratificados, micáceos e intensamente fraturados.			

LOCALIZAÇÃO		FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
MASSAPÉ (ESTRADA DE FERRO)		SOBRAL SA-24-Y-D-IV	NOVEMBRO / 1972	1:2.000	12
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLOGICA
CAMBRO - ORDOVICIANO	PACUJÁ	CL-1259	300		Metasiltito finemente laminado, castanho escuro, micáceo e matriz argilo-ferruginosa.
			240		Arenito epi-metamórfico, estratificado, grã fina à média, arroxado, regularmente selecionado, arcoseano, micáceo, com intercalações de horizontes silto-argilosos, finemente laminados, castanho escuro e micáceos.
PRE-C	MASSAPÉ	CL-1260	200		Arenito epi-metamórfico, estratificado, grossoiro, castanho, arcoseano, micáceo, matriz argilo-ferruginosa, friável e intercalações ocasionais de leitos conglomeráticos.
			150		Conglomerado epi-metamórfico, regularmente classificado, estratificado, matriz argilo-ferruginosa e seixos sub-arredondados de filite, gnaíse e migmatito; com intercalação de bancas areníticas, grã média e grossoira, micáceo.
			100		Conglomerado epi-metamórfico, brechóide, mal classificado, com seixos angulosos a sub-arredondados, de 2 a 20 cm de diâmetro, de rochas do embasamento cristalino (migmatito, gnaíse, skarn-gnaíse, filitos, quartzitos, etc); a matriz é argilo-arcoseana, merrom avermelhada, micáceo e com alto grau de diagênese.
			25		Filitos e xistos com intercalações de calcário cristalino cinza-azulado; brechóides e cataclásicos.
			0		

LOCALIZAÇÃO				FOLHA	DATA	ESCALA	FIGURA	
RCH. CAJAZEIRAS				BELA CRUZ SB-24-Y-1	NOVEMBRO /1972	1:15000	13	
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (M)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			
CAMBRO - ORDOVICIANO	PACUJÁ		2332.8					
			2107.8					
			1537.8					
	MASSAPÉ							

Arenito epi-metamórfico, arcoseano, grão fino, regularmente selecionado, estratificado, compactado, matriz argilosa e micécea; intercalações de arenito arcoseano e/ou grauvaça, grão grosseira, mal selecionado, matriz silto-argilosa, cinza esverdeada e micécea.

Metagruvaça conglomerática, estratificada, mal selecionada, compactada e matriz argilosa cinza escura, arenito arcoseano fino, rosado a arroxeado, finamente estratificado e micéceo.

Metagruvaça conglomerática, compacta e densa, cinza esverdeada, mal estratificada, matriz argilosa com ocasional estoliação esferoidal; intercalações de metaconglomerado, com seixos de 2 cm de diâmetro em média, mal classificados, matriz silto-argilosa e predominância de fragmentos de quartzito e filito.

Conglomerado epi-metamórfico, polimictico, regular classificação, castanho, com seixos sub-arredondados de filito, quartzito e gnaiss, matriz silto-argilosa, mal endurecido; intercalações de metagruvaça conglomerática, cinza esverdeada, mal classificada, matriz argilosa com ocasional silicificação.

Conglomerado epi-metamórfico, brechóide, polimictico, mal classificado, cinza arroxeado, com seixos angulosos a sub-arredondados de quartzito, gnaiss, filitos e xistos; matriz silto-argilosa, micécea e pouco consistente.

melhada, extremamente duros e compactos. Visto como elemento isolado, a matriz lembra típicos "red-beds" de seqüências mo-
lássicas oxidadas características de sedimentação continen-
tal em graben.

A secção do riacho Cajazeiras, (figura 13) na por-
ção norte do graben, onde a Formação Massapê atinge a sua mai-
or espessura aflorante, cerca de 1.080 m de possança real, o
conglomerado caracteriza-se por uma matriz argilo-arenosa, cin-
za-arroxeadada, endurecida, cimentando blocos angulosos, centi-
métricos de quartzo, gnaiss, siltito, etc. Nas seqüências
grosseiras, intercalam-se níveis lenticulares de arenito con-
glomerático com matriz argilosa cinza-esverdeada. Nesta área,
o caráter transicional e interdigitado do contato entre as
formações Massapê e Pacujá por vezes dificulta a marcação
exata do mesmo.

As secções compostas das figuras 11, 12 e 13 cor-
respondem às secções tipo das diversas fácies da Formação Mas-
sapê, e foram elaboradas com base em secções medidas nos a-
floramentos tipos da Formação.

e - Tectônica

A área relativamente restrita de afloramentos da
Formação Massapê dificulta sobremaneira uma análise detalha-
da do seu padrão tectônico-estrutural. Constitui sem dúvida
esta unidade o assoalho sobre o qual acumulou-se toda a se-
qüência litológica do Grupo Jaibaras, sendo desta forma afeta-
da por toda atividade tectônica subsequente da bacia. De fato,
ao sul de Aprazível, esta unidade apresenta-se seccionada

por um complicado sistema de falhas eșcalonadas, dividindo-a em blocos e exibindo intenso fraturamento. Săo comuns nesta área, faixas miloníticas e brechas de falha associadas a frequente silicifica o. Os mergulhos alcançam valores de até 30 , geralmente para SW e são sempre concordantes com a Forma o Pacujá sobrejacente. Na sec o norte do graben, a Forma o Massap    tectonicamente mais tranquila, exibindo uma simples rela o de concordância com a unidade mais jovem, com mergulhos da ordem de 20 - 30  para SE.

f - Ambiente de Sedimenta o

O mapeamento da Forma o Massap  e suas características petrográficas evidenciam um estreito condicionamento desta unidade a áreas de relevo jovem de acentuados desniveis. Distribui-se quase exclusivamente ao longo de linhas de falhas ou ao p  de escarpas quartzíticas, como ocorre nas proximidades de Coreaú.   constituída por material retrabalhado, seja das Forma es superiores do Grupo Bambuí, seja do embasamento pré-Cambriano.

Ainda que, de limitada extensão aflorante, esta Forma o   o testemunho de importante evento no desenvolvimento geotectônico regional. Representa a sedimenta o não marinha proximal relacionada a fase póstuma do soerguimento orog n tico da miogeosinclinal da Ibiapaba (dobramentos Caririanos) e constitui o início da sedimenta o molássica, que se seguiu as últimas fases orogênicas. Da mesma forma testemunha uma mudança importante e irreversível na ambiência geotectônica regional, que evolui da fase geosinclinal para uma fase cratônica com o surgimento e desenvolvimento de "rift-

valleys" e intensa tectônica quebrável. A intensidade desta tectônica rígida na época que se seguiu a deposição da Formação Massapê pode ser avaliada pelo intenso quebramento, deslocamento e basculamento desta unidade basal do Grupo Jaibaras.

O episódio Massapê, inaugura por assim dizer o chamado estádio de transição no processo de consolidação da plataforma, Almeida, (1970), na região noroeste do Ceará.

4.3.3.4 - Formação Pacujá - (EOjp)

a - Definição

A frequência de arenitos e arcóseos, litologicamente semelhantes aos sedimentos que compõem os Grupos Bambuí e Jaibaras e a proximidade de suas áreas de ocorrências, tem originado certa confusão no estabelecimento da coluna estratigráfica de ambos os Grupos. Os arenitos, arcóseos e folhelhos vermelho arroxeados mencionados por Oliveira & Leonardos, (op. cit.) foram incluídos por Kegel et alii, (op.cit.) no Membro Trapiá da antiga Formação Jaibaras, estratigraficamente sotoposto aos calcários da Formação Bambuí. Esta estratigrafia foi estabelecida com base em observações realizadas maiormente na área de Ubaúna, no vale do riacho Trapiá, que empresta seu nome a unidade de arenitos, arcóseos e folhelhos proposta por Kegel. Recentemente, o membro Trapiá foi alçado a categoria de Formação, Mabesoone et alii, (op. cit.), Danni, (op. cit.), e nela foram incluídas todas as fácies areníticas e arcoseanas ocorrentes na área do graben

Jaibaras na região compreendida entre as serras da Meruoca e Ibiapaba.

A interpretação das informações de campo, à luz de critérios tectono-estruturais, revelou a existência de três unidades litoestratigráficas distintas na área anteriormente mapeada como Formação Trapiá, mantendo contudo, a denominação original de Kegel para a unidade ocorrente no vale do riacho Trapiá, sotoposto aos calcários do Grupo Bambuí, como bem reconheceu aquele autor, Kegel et alii, (op. cit.).

Ocupando a maior parte do graben Jaibaras e com áreas de ocorrência restrita e estruturas de afundamentos semelhantes (grabens de Bodega, riacho Sairí etc.) foi individualizada uma unidade composta de arenitos arcoseanos micáceos, grauvacas, folhelhos micáceos e leitos conglomeráticos. Predominam cores escuras, roxo-avermelhado, lembrando típicas camadas vermelhas (red beds), e subordinadamente cinza-esverdeado e creme. Esta unidade, que se sobrepõe concordantemente a Formação Massapê, apresentando em alguns perfis contatos transitórios, foi confundida com a Formação Trapiá e como tal mapeada pelos diversos geólogos que trabalharam na bacia. A sua posição estratigráfica e condicionamento tectônico estrutural agora definida indica tratar-se de unidade litoestratigráfica autônoma, separada no tempo e no espaço, da Formação Trapiá.

Para esta nova unidade estratigráfica, propomos a denominação de Formação Pacujá, referindo-se a cidade de Pacujá, situada na porção meridional do graben Jaibaras, em torno

da qual a Formação ora proposta exhibe seus perfis mais típicos.

b - Área de Ocorrência

A Formação Pacujá caracteriza-se essencialmente pelo seu condicionamento tectônico-estrutural, ocorrendo exclusivamente no interior de grabens associados aos grandes sistemas de falhamentos transcorrentes da área do Projeto. Constituiu-se na unidade dominante do graben Jaibaras, mormente na sua porção sul. As melhores exposições desta Formação encontram-se no vale do rio Jaibaras, nas planícies que circundam Graça, Pacujá e Ararius. Outros perfis típicos foram observados na área a oeste de Sobral, na estrada Sobral-Massapê e no entorno de Massapê.

A Formação Pacujá foi ainda mapeada na folha Granja, desde a região da Lagoa da Bodega e daí em direção nordeste em pequenos grabens isolados ao longo da zona de cisalhamento Jaguarapí. A partir da fazenda Jaguarapí para nordeste a Formação Pacujá desaparece por sob a capa de depósitos cenozóicos.

c - Modo de Ocorrência

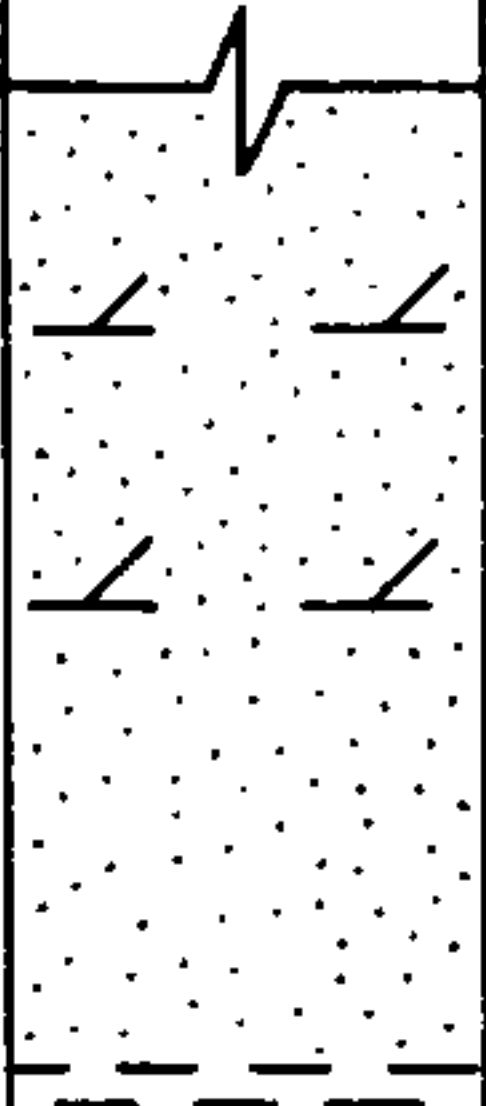
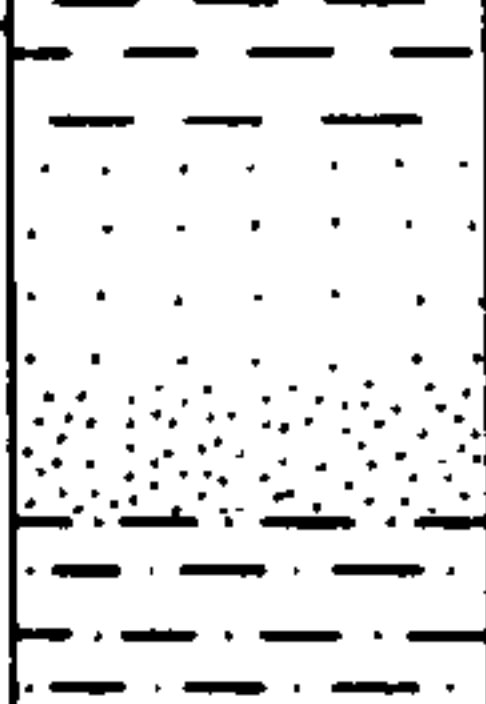
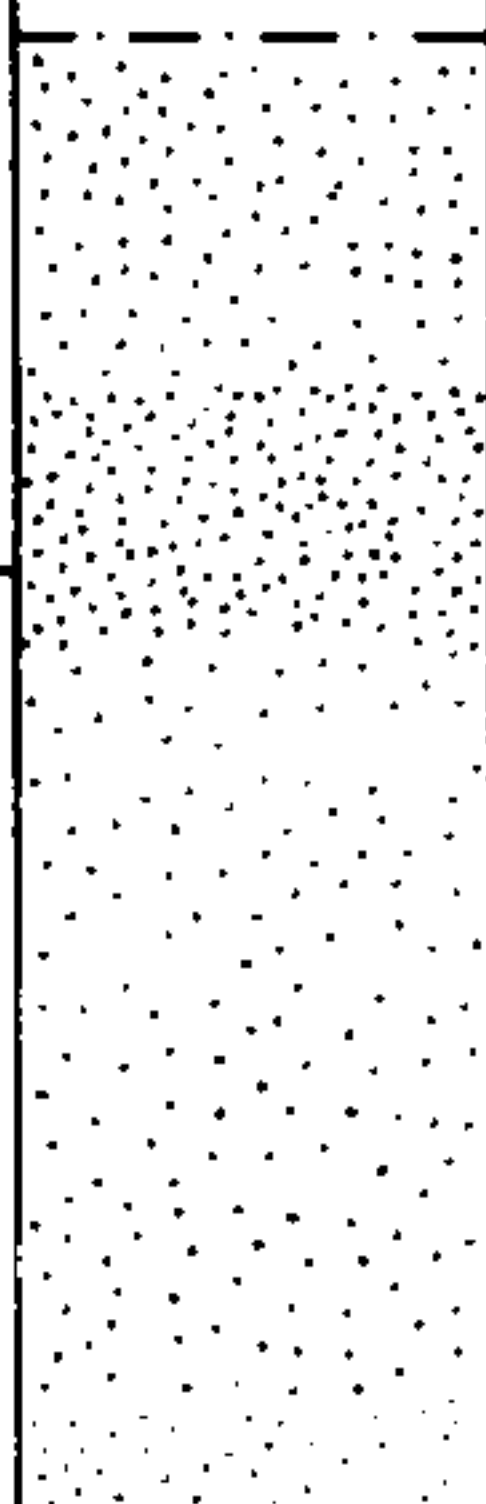
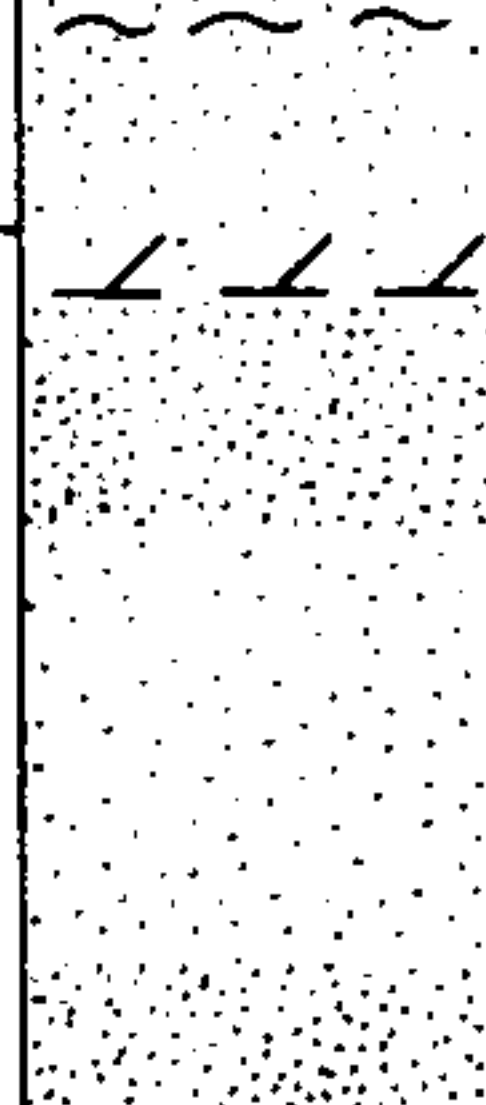

A Formação Pacujá condiciona uma morfologia plana, de solo escasso e praticamente desprovida de cobertura vegetal (foto 2).

Ocorre normalmente como uma sucessão de bancos decimétricos bem estratificados (foto 18), de composição variável

do desde arenito fino micáceo até típicos arcóseos ou grauvas líticas. A Formação foi afetada por intenso falhamento, dando origem a uma complexa estruturação em blocos basculados com mergulhos da ordem de $20-30^{\circ}$ para os quadrantes sudeste ou noroeste, podendo atingir $50-60^{\circ}$, como por exemplo, no vale do riacho Sairí, na dependência de condições tectônicas locais.

Como pode ser visto nas secções típicas, a Formação Pacujá se sobrepõe concordantemente aos conglomerados da Formação Massapê, observando-se na maioria dos casos uma passagem gradativa e interdigitada das fácies típicas de ambas unidades. A lapa da Formação Pacujá foi observada apenas nas áreas onde ela recobre a Formação Massapê. Em todo o resto da bacia seus contatos correspondem a falhas limítrofes do graben não tendo sido observado afloramentos da base da Formação. Esta situação repete-se na linha de grabens da zona de cisalhamento Jaguarapí onde também não foi possível observar o conglomerado basal do Grupo Jaibaras nem tampouco a base da Formação Pacujá. Da mesma forma, o topo desta Formação não foi observado e provavelmente não mais existe. A complicada tectônica de blocos da bacia e a fase de erosão que se seguiu a deposição da Formação Pacujá provavelmente destruiu as secções terminais da mesma. Deste modo as secções aflorantes são sempre incompletas, dificultando as estimativas da espessura da Formação.

Algumas secções medidas (Pacujá, Aprazível, Massapê, Riacho Cajazeira, figuras 11, 12, 13 e 14), todas incompletas, indicam claramente a extrema variação da espessura

LOCALIZAÇÃO				FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
PACUJÁ				FRECHEIRINHA SA-24-Y-C-VI	NOVEMBRO / 1972	1:3000	14
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
CAMBRO - ORDOVICIANO	PACUJÁ		4320		Arenito fino a médio, castanho - arroxeadado, arcoseano, micáceo, compactado, mal a regularmente selecionado; intercalado com arenito fino, arcoseano, castanho - arroxeadado, mui micáceo, regularmente selecionado, com estratificação cruzada, e película de óxido de ferro nos extratos cruzados.		
			3345		Seqüência alternada de siltito extremamente micáceo, friável, bem laminado, arroxeadado, com intercalação de arenito fino, micáceo, bem laminado, com estratificação paralela, passando a arenito fino, compacto, maciço, menos micáceo.		
			2190		Arenito fino, arcoseano, compacto, maciço, micáceo, cinza - arroxeadado e amarronado; alternado com arenito fino, acastanhado, bem laminado, bastante micáceo, com ripple - marks e óxido de ferro recobrimdo nódulos de arenito.		
			1095		Arenito fino, micáceo, arcoseano, amarelo - amarronado, com estratificação cruzada em pequ. nos leitos.		
			0		Seqüência de arenito fino a siltico, arcoseano, regularmente classificado, micáceo, com horizontes de arenito fino a médio, mal selecionado, arcoseano. Os leitos finos e médios se alternam, formando bancos mais consolidados, com intercalações de bancos mais laminados e mais micáceos, constituído quase que exclusivamente pelo arenito fino.		
			CL-387				

da Formação Pacujá fato provavelmente relacionado a subsidência diferencial dos diversos blocos do graben, fenômeno peculiar a este tipo de estrutura. Na área de Pacujá (secção tipo, figura 14) observamos espessuras de 430 m, não sendo encontrada a capa ou a lapa da Formação. Em Aprazível, ramificação do graben principal, foram anotados apenas 185 m da Formação Pacujá com a sua secção basal passando gradualmente para a unidade subjacente, situação que se repete na secção Massapê-Estrada de Ferro (fig. 12), onde foram medidos 115 m desta unidade. Nesta área a Formação Pacujá atinge espessuras bem mais significativas, porém os intensos fraturamentos e falhamentos e a cobertura generalizada impedem a medição de secções mais completas. Na secção do riacho Cajazeira, ao norte do Serrote do Madeiro (fig. 13), o conjunto Massapê-Pacujá alcança pelo menos 2.360 metros de espessura medida, dos quais 1.275 m correspondem a Formação Pacujá.

Registram-se aí as maiores espessuras das Formações inferiores do Grupo Jaibaras e mesmo não sendo observada a capa da unidade mais jovem, estimamos em pelo menos 2.600 metros de espessura total para este pacote sedimentar dos quais cerca de 1.500 metros pertencem a Formação Pacujá.

A Formação Pacujá, já tectonizada e parcialmente erodida constitui o soalho dos derrames de lavas do vulcanismo Parapuí, que a recobrem discordantemente da mesma forma que os conglomerados da Formação Aprazível e os arenitos e conglomerados da Formação Serra Grande.

d - Petrografia

Petrograficamente, a Formação Pacujá representa uma associação de arenitos líticos, arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos e subordinadamente grauvacas e horizontes conglomeráticos. São sedimentos imaturos de cores roxo-avermelhado, castanho e cinza esverdeado, e juntamente com a Formação Massapê, constituem uma típica sequência molássica contimental acumulada em fossas tectônicas. A porção sul da bacia é essencialmente caracterizada por uma monótona sucessão de arenitos finos, arcoseanos, micáceos, e arcóseos sílticos de cor castanha-arroxeadada e amarelo-avermelhada, exibindo eventualmente marcas de onda e estratificação cruzada. As secções compostas das figuras 11 e 14 correspondentes às áreas de Pacujá e Aprazível são representativas das fácies mais homogêneas da Formação Pacujá e indicativas de condições de sedimentação relativamente tranquilas nesta área, onde não foram observadas, por exemplo, os termos extremos da sedimentação representados por folhelhos micáceos e horizontes conglomeráticos tão comuns em outras áreas da bacia.

Microscopicamente, estas rochas apresentam textura clástica granular de composição bastante heterogênea, rica em materiais lábeis, incluindo feldspatos parcialmente caulinizados, biotita e muscovita em pequenas palhetas. São ainda minerais abundantes, além do quartzo, a clorita, sericita, epidoto, leucoxênio e zircão. Os grãos são geralmente angulosos com película de hidróxidos de ferro, que chega formar um cimento, impregnando toda a rocha.

Da fazenda Pé de Serra para o norte, a Formação Pacujá caracteriza-se por grandes variações de fácies petrográficas, conservando porém, em todas elas o caráter marcadamente imaturo dos sedimentos e a dominância de cores roxo-avermelhado e castanho que registram a prevalência de sedimentação em ambiente oxidante.

Apesar da ocorrência eventual de típicos folhelhos micáceos, como por exemplo no perfil da fazenda Pé de Serra, dominam nesta parte da bacia sedimentos mal classificados. Frequentemente os arenitos variam lateral e verticalmente desde arenitos líticos até típicos arcóseos, estando ausentes da sequência os ortoquartzitos. Os termos mais grosseiros da sedimentação Pacujá, representados por horizontes conglomeráticos, ocorrem conspicuamente na área de Massapê e na fazenda Bandeira Branca. São níveis com até 2-3 metros de espessura de conglomerados polimíticos, intercalados nos bancos de arenitos líticos e arcóseos.

A fácies típica na área de Massapê são os arenitos lito-feldspáticos com feições conglomeráticas, que exibem ao microscópio textura clástica granular e são constituídos por grãos de quartzo e feldspatos e fragmentos de rocha de tamanho e forma irregular quase sempre angulosos de dimensão variando entre 1-1,5 mm, por vezes preservando a forma original dos cristais de feldspatos. Os fragmentos de rochas incluem siltito, quartzito, chert, arenitos, etc. Na matriz arenosa intersticial são frequentes óxidos de ferro, apatita, titanita, leucoxênio e sericita. Estes sedimentos caracterizam típicas molasses pós-orogênicas e como tal foram interpretados.

As únicas representações de grauvacas na Formação Pacujá foram registradas na área ao norte do Serrote do Madeiro ao longo do vale do riacho Cajazeira e entre Sapó e Mutambeiras, na margem direita do Rio Acaraú. São rochas escuras com matriz cinza a cinza esverdeado, sem qualquer plano de estratificação e com elementos clásticos milimétricos, caoticamente distribuídos na matriz. Dispõem-se em bancos geralmente espessos e em alguns locais exibem curiosas formas de esfoliação esferoidal (foto 19). Em área próxima a falhamentos (povoado Sapó) desenvolvem feições planares lembrando planos de estratificação.

Ao microscópio, a rocha apresenta textura clástica não selecionada constituída por matriz areno-pelítica incluindo quartzo, feldspato, sericita, clorita, carbonato e epidoto, onde se distribuem clastos de rochas, plagioclásio, microclina, muscovita, calcedônia, etc. Não foi observado fragmentos de material vulcânico. Estas rochas aparentemente assumem uma posição basal na Formação Pacujá e estão representadas apenas nas áreas onde o conjunto Massapê-Pacujá atinge suas maiores espessuras. Esta área deve corresponder a secção de maior mobilidade de graben onde a subsidência mais acentuada permitiu o estabelecimento de ambiente de sedimentação redutor. Tais condições foram particularmente ativas no início da sedimentação Pacujá. Desta forma a existência de litologias aberrantes na sequência molássica Massapê-Pacujá justifica-se pelo desenvolvimento local de condições especiais de sedimentação condicionadas a particularidades tectônicas da bacia.

As representações da Formação Pacujá nos grabens do sistema Jaguarapí, que seccionam a folha Granja de NE para SW, limitam-se aos arenitos lito-feldspáticos com níveis conglomeráticos intercalados. Assemelham-se bastante às litologias descritas na área de Massapê. Apenas no vale do rio Sairí, na rodovia CE-71, afloram folhelhos roxos, micáceos, intercalados a arenitos finos. Não foi observada nenhuma ocorrência de grauvas.

e - Tectônica

A Formação Pacujá foi afetada por uma tectônica rígida generalizada, que a seccionou em blocos geralmente basculados com mergulhos de ordem de $20-30^{\circ}$ para os quadrantes SE e NW. Na área a oeste de Sobral, o graben Jaibaras sofre um acentuado estreitamento e a Formação Pacujá, comprimida entre o "stock" granítico da Meruoca e o embasamento cristalino mostra-se dobrada em ampla sinclinal com plunge para sudoeste. Este dobramento que aparentemente afeta também a Formação Aprazível é uma estrutura aberrante no contexto tectônico do Grupo Jaibaras e relaciona-se provavelmente a reativações póstumas do lineamento Sobral-Pedro II. Ainda geneticamente relacionado a estes esforços observa-se um intenso fraturamento, que afetou a Formação Pacujá em toda extensão do graben. São fraturas de tensão, sub-verticais, orientadas segundo NE-SW, além de um sistema subordinado segundo NW-SE.

f - Ambiente de Sedimentação

A Formação Pacujá corresponde a continuidade e

fase principal do ciclo de sedimentação inaugurado com os conglomerados da Formação Massapê. Seus arenitos arcoseanos, arcóseos conglomeráticos, folhelhos micáceos, de cores vermelha amarronzada, constituem um conjunto de sedimentos imaturos, mal classificados, diagnóstico de condições severas de erosão, pequeno transporte e deposição em ambiente sub-aquático instável. As cores vermelha, roxa e marrom dominantes na maior parte da bacia, registram a prevalência de condições de deposição fortemente oxidantes.

A Formação Pacujá é portanto uma típica representação da fácies "camadas vermelhas" (red beds facies) que juntamente com os arcóseos e conglomerados (inclusive a Formação Massapê) constituem uma molassa depositada em grabens, e relacionada ao desmantelamento dos blocos soerguidos ao fim da orogênese Caririana.

Na porção norte do graben, entre o riacho Cajazeira e a vila Parapuí a secção basal da Formação, constituída de grauvacas líticas e conglomeráticas de cores cinza-esverdeado e cinza-escuro, registra um episódio aberrante no ciclo de sedimentação Massapê-Pacujá. A ausência de ambiente oxidante, associada as maiores espessuras registradas da Formação Massapê, indicam ser esta área a zona de maior subsidência do graben, propiciando localmente a constituição de uma fossa profunda, de ambiente redutor.

Em termos da evolução geotectônica regional o ciclo de sedimentação Massapê-Pacujá representa a primeira fase do estágio de transição, que se seguiu a inversão dos geosin-

clíneos Brasileiros, Almeida, (op. cit.), representados localmente pela miogeosinclinal da Ibiapaba.

4.3.3.5 - Formação Parapuí - (EOjpa)

a - Definição

A ocorrência de rochas vulcânicas na região entre Sobral e Aprazível foi citada originalmente por Oliveira e Leonardos (op. cit.), e posteriormente reconhecida por todos os geólogos que desenvolveram trabalhos na área do "graben" Jaibaras. As informações disponíveis na bibliografia, geralmente oriundas de trabalhos isolados, carecem de uma sistematização tanto no sentido petrográfico e petrogenético, como no sentido de distribuição dos vulcanitos referidos.

Os trabalhos do Projeto Jaibaras revelaram a existência de uma complexa "suite" de rochas vulcânicas, incluindo extensos derrames de lavas, elementos piroclásticos e termos sub-vulcânicos representados por diques e "sills". Petrograficamente, correspondem a basaltos, andesitos, dacitos e riolitos, geralmente espilitizados e queratofirizados, além de gabros, diabásios, dacitos e riolitos porfiríticos.

Todo este conjunto de rochas vulcânicas foi agrupado em uma unidade lito-estratigráfica, para a qual propomos a denominação de Formação Parapuí. O nome proposto refere-se a vila homônima, situada às margens do Rio Acaraú, próximo a terminação setentrional do graben, em torno da qual ocorre

um dos mais representativos exemplos dos derrames de lavas espilíticas tão característicos deste vulcanismo.

Se bem que reconheçamos a necessidade de sub-divisão no sentido lito-estratigráfico do conjunto de litologias inclusas na Formação ora proposta, opinamos que o estabelecimento de tal sub-divisão carece de um nível de detalhamento maior do que o alcançado em nossos trabalhos. Assim sendo, a Formação Parapuí é constituída por uma grande variedade de tipos petrográficos de origem vulcânica, individualizados no mapa ou não, guardando entre si uma clara relação de consanguinidade.

b - Área de Ocorrência

As rochas vulcânicas da Formação Parapuí têm suas áreas de ocorrências intimamente associadas ao graben Jaibarras e são maiormente limitadas por ele. Na secção setentrional do graben, isto é, de Sobral para norte, ocorrem os mais extensos derrames de lavas mapeadas, destacando-se os complexos espilíticos do Serrote do Madeiro e de Parapuí. Estes derrames estendem-se para sul, até a região do povoado Mumbaba, cobrindo uma área de aproximadamente 80 km² e atingindo espessuras da ordem de pelo menos 350 metros. Mais para o norte outros importantes corpos de lavas espilitizadas foram mapeados, destacando-se o derrame da vila Parapuí, que empresta seu nome a esta Formação.

Na secção sul do graben observa-se uma maior diversidade de tipos litológicos e os corpos de rochas vulcânicas

mapeadas assumem formas alongadas, grosseiramente paralelas. Ocorrem preferencialmente ao longo da calha do Rio Jaibaras e ao longo do bordo leste da falha Café Ipueiras, e são particularmente frequentes no trecho da bacia compreendida entre a BR-222 e a vila de Arariús. Nesta área, além dos extensos derrames de espilitos, andesitos, dacitos e riolitos e da diversidade de fácies vulcânicas encontradas, adquirem especial importância os diques e "sills" de rochas sub-vulcânicas.

As rochas da Formação Parapuí estão ainda representadas na área entre Aprazível e Coreau e na região da Serra Penanduba e vila Saco, cortando as diversas unidades do Grupo Bambuí. Ainda que raramente, diques filiados ao magmatismo Parapuí, cortam o granito Meruoca-Rosário e rochas do embasamento, na estrada Coreau-Massapê. Estas representações da Formação Parapuí fora dos domínios do graben Jaibaras constituem um complexo cortejo de diques, incluindo dacitos e riolitos banais, até tipos petrograficamente raros.

A Formação Parapuí, de presença marcante na área clássica de ocorrência do Grupo Jaibaras, isto é, na estrutura de afundamento associada ao lineamento Sobral-Pedro II, não se encontra representada nas novas áreas de ocorrência do Grupo condicionadas aos pequenos grabens alinhados ao longo dos falhamentos do sistema Jaguarapí, na folha Granja.

c - Modo de Ocorrência

Na porção norte do graben, entre Massapê e Parapuí,

a morfologia das áreas de rochas vulcânicas é dominada pelas elevações do serrote do Madeiro e do serrote do Morro com altitudes da ordem de 330 m, modelados em formas suaves com encostas de declive regular. Alguns derrames espraiam-se nas planícies arrasadas no vale do rio Acaraú. As rochas de maior basicidade são cobertas por solo argiloso raso, com pedregulhos, que abriga vegetação arbustiva densa. Da área de Massapê para sul, apenas os termos efusivos ácidos constituem destaque topográfico (serrotes Mumbaba, Paissandú, etc.). As demais litologias correspondem a áreas de topografia plana ou de pequenas elevações, com desenvolvimento de espesso solo argiloso. Nestas áreas (fazenda Campina e arredores) observa-se uma cobertura vegetal extremamente pobre, restrita a gramineas e arbustos de pequeno porte.

As rochas efusivas da Formação Parapuí ocorrem sempre recobrando discordantemente as formações inferiores do Grupo Jaibaras, respectivamente, os conglomerados da Formação Massapê e os arenitos, arcóseos e grauvacas da Formação Pacujá. Estas relações são bem nítidas nos perfis Parapuí - riacho Cajazeiras; Massapê-Acaraú Mirim e na área da fazenda Campina. As Formações inferiores recobertas pelas lavas exibem sempre mergulhos de até 30° , indicando intensa e generalizada movimentação tectônica na bacia, anterior ao vulcanismo.

O mapeamento revelou um estreito relacionamento das manifestações efusivas com a estrutura de afundamento que constitui o graben Jaibaras, sendo suas áreas de ocorrências restritas ao mesmo. Os contatos das rochas efusivas da Formação Parapuí com o embasamento pré-Cambriano são sempre por

falha como pode-se observar nas proximidades de Santana do Acaraú e a partir da fazenda Canto, ao longo da falha Massapé. O mesmo tipo de relacionamento foi observado com os plutões graníticos do Mucambo e Rosário-Meruoca, ao longo da falha Café Ipueiras.

As efusivas de caráter básico e intermediário constituem cerca de 70 a 80% dos corpos mapeados e apresentam características de derrames policíclicos. O caráter recorrente do vulcanismo Parapuí é claramente observado no serrote do Madeiro, na estrada que conduz a torre repetidora de TV, onde derrames sucessivos são testemunhados por níveis de lava amigdalóide intercalados em bancos maciços de lavas. O serrote do Madeiro parece corresponder ao principal centro emissor de lavas do vulcanismo Parapuí, exibindo espessuras estimadas em pelo menos 350 metros de material vulcânico.

Na região ao sul da Vila Jaibaras os derrames de lavas intermediárias e ácidas são menos possantes, porém apresentam uma notável diversificação litológica. São pontos de destaque os corpos de lavas riolíticas, por vezes queratofirizadas com maiores acumulações na área da fazenda Paissandú e ao longo da falha Café Ipueiras, podendo atingir 150-200 metros de espessura. Os corpos riolíticos cortam claramente os derrames espilíticos e andesíticos, caracterizando a sua "mise en place" tardia em relação ao vulcanismo basalto-andesítico.

As rochas hipabissais da Formação Parapuí aparecem com destaque na secção mediana da bacia, de Aprazível para sul

na forma de possantes diques e "sills" de gabros ofíticos, ura litizados ou não. A oeste do povoado Arariús, estas intrusivas adquirem forma grosseiramente elíptica, sugerindo uma estrutu ração do tipo lopolito. Os corpos intrusivos mapeados cortam invariavelmente as Formações Pacujá e Massapê. Próximo a fa zenda Alto Alegre, um destes corpos de composição diorítica ultrapassa os limites da área de ocorrência do Grupo Jaibaras e secciona as Formações superiores do Grupo Bambuí.

O magmatismo Parapuí manifestou-se também fora do graben Jaibaras, preferencialmente na forma de extensos diques de pequena possança, constituindo o denominado "complexo filoniano". Esta feição aparece conspicuamente na área a oeste da serra Meruoca-Rosário, especialmente nos perfis Aprazível-Coreaú; Coreaú-Penanduba e no vale do riacho Itaguaraçú. Os efeitos térmicos da intrusão destes diques na sequência epimetamórfica do Grupo Bambuí manifestam-se na forma de leve recozimento e recristalização das formações afetadas na imedi ata proximidade do contato.

d - Petrografia

A caracterização petrográfica das diversas fácies, que compõem a Formação Parapuí, foi feita através do estudo de talhado de 70 lâminas delgadas. Verificamos que a complexa "suite" de rochas vulcânicas desta Formação constituem uma tí pica "Província Petrográfica", Turner & Verhoogen, (op. cit.), apresentando variações contínuas na sua composição desde o po lo mais básico, representado por basaltos e diabásios, até o polo mais ácido, representado por riolitos. Como caráter sin-

gular desta província, observa-se a presença de uma generalizada espilitização e queratofirização acompanhadas de intensa ação hidrotermal, que alterou profundamente as características primárias da maioria dos tipos petrográficos presentes. A associação petrográfica observada, do tipo Basalto - Andesito - Dacito - Riolito, enquadra o magmatismo desta província na série sub-alcalina (calco-alcalina, sensu lato), classicamente designada de Série Pacífica, Alsac, (1971). Esta tipologia de alto valor metalogenético, especialmente com referência a jazimentos de Cu - Pb - Zn, do tipo vulcanogênico, era até hoje desconhecida no Brasil ou pelo menos ainda não descrita na literatura geológica brasileira. A província petrográfica do Jaibaras se constitui pois em um fato novo e bastante significativo na geologia do Brasil.

d.1. - Nomenclatura das Rochas

As séries magmáticas calco-alcalinas, s.l., que abrigam associação do tipo "espilito-queratófiro", em que pese o seu alto valor metalogenético, são petrograficamente mal definidas, o que enseja o aparecimento na literatura de terminologia petrográfica confusa e por vezes conflitante. A terminologia corrente para as rochas eruptivas muitas vezes não satisfazem as necessidades descritivas de uma associação com tipos petrográficos complexos como é o caso, por exemplo, da Formação Parapuí. Este fato, nos levou a adotar neste trabalho a classificação sugerida por Juteau, (1971), para a série espilitica-queratófira dos Vosges, ligeiramente modificada em função de características peculiares à série vulcânica da Formação Parapuí.

A classificação adotada (quadro III) distingue dois grandes grupos de rochas vulcânicas, a saber:

a - Rochas albitizadas, do complexo espilito-queratófiro, denominadas "albitofíricas" compostas quase exclusivamente de tipos efusivos.

b - Rochas vulcânicas e sub-vulcânicas "normais", incluindo diabásios, gabros, dacitos, riódacitos, riólitos, quartzo-monzonito e microgranitos. As rochas vulcânicas classificadas "normais", apesar de conservar basicamente sua composição e textura primária, exibem frequentemente fenômenos de uralitização, epidotização, cloritização, carbonatização e sericitização.

No quadro III, apresentamos a correspondência das fácies vulcânicas normais e das fácies albitofíricas sugeridas por Jung e Brousse (1959), e adotada neste trabalho.

ROCHAS ERUPTIVAS NORMAIS	ROCHAS ALBITOFÍRICAS
Riólitos porfiríticos	Riólitos parcialmente queratofirizados
Quartzo-sienitos	
Riódacitos porfiríticos	
Gabros ofíticos c/ou sem olivina	
Dacitos porfiríticos	Espilitos
Dacitos normais	(Basaltos e andesitos vitrofíricos albitizados)
Andesitos normais	

ROCHAS EPUPTIVAS NORMAIS	ROCHAS ALBITOFÍRICAS
Brechas poligênicas	Brechas e aglomerados es-
Brechas monogênicas	pilitizados

Quadro III- Classificação adotada para as rochas vulcânicas da Formação Parapuí

d.2 - Caracterização das fácies petrográficas

d.2.1 - Associação Espilito - Queratófiro

O traço característico da Formação Parapuí, e que a individualiza das demais formações vulcânicas correlativas do Brasil; Grupo Bom Jardim, Ribeiro et alii, (1966); Grupo Castro, Freire e Fuck, (1967); Grupo Itajaí, Almeida, (op. cit), é o extensivo desenvolvimento de uma associação de lavas do tipo espilito - queratófiro. Elementos desta associação foram originalmente descritos por Kegel et alii (op. cit.) em amostras coletadas no perfil Massapê-Santana do Acaraú e na área do riacho Itaguaraçú, e recentemente por Mabesoone et alii (op. cit.) em amostra coletada próximo ao povoado Aroeiras.

A "suite" espilito-queratófiro da Formação Parapuí caracteriza-se essencialmente pela predominância de tipos básicos e intermediários representados por basaltos e andesitos totalmente espilitizados e mineralogicamente definidos pela associação albita + clorita + epidoto + tremolita + actinolita + calcita, correspondente a fácies xisto-verde.

São observados frequentemente tipos transicionais entre basalto - andesito normais/espilito, que conservam relictos de plagioclásio básico do tipo andesina/labradorita incluídos em cristais de albita, denunciando claramente a natureza metassomática da espilitização do vulcanismo Parapuí. Por outro lado, é notória a ausência de clinopiroxênio, particularmente augita, nos espilitos. Este fato é bastante significativo e indica a atuação de processos de alteração tardios, não relacionados a espilitização, Fontailles, (1968); Battey, (1956).

Outra característica importante evidenciada pelo estudo petrográfico dos espilitos da Formação Parapuí, excetuando-se eventuais texturas cataclásticas, é a perfeita conservação das texturas de cristalização magmática principalmente no que diz respeito aos feldspatos, que não exibem efeitos de corrosão ou crescimento dos elementos originais. Tal fato, indicativo da substituição Ca/Na molécula a molécula, nos plagioclásios, sem variação de volume, Gilluly, (1935), é uma das características típicas de certas associações espiliticas, e está bem representada na foto 20.

Os termos ácidos da "suite" espilito-queratófiro da bacia Jaibaras são pouco desenvolvidos e aparentemente o processo de sodificação dos dacitos e riolitos não se completou.

As relações de campo, como já foi mencionado, sugerem a "mise en place" tardia do magmatismo dacito-riolítico em relação ao vulcanismo principal basalto-andesítico, quando provavelmente, não mais perdurava na bacia condições físico -

químicas de sodificação dos feldspatos.

Petrograficamente, o processo de queratofirização das efusivas ácidas manifesta-se na albitização parcial dos feldspatos alcalinos de alguns riolitos, caracterizados mineralogicamente pela associação ortoclásio-sanidina-albita-epidoto. Estes tipos petrográficos figuram na classificação adotada como "riolitos parcialmente queratofirizados". A ausência de típicos quartzo-queratófiros no conjunto de rochas descritas pode ainda ser atribuída a pequena densidade de amostragem verificada sobre as efusivas ácidas.

Descrevemos a seguir os tipos petrográficos característicos da associação espilito-queratófiro e que correspondem a facies albitofírica na classificação adotada, oriundos de afloramentos típicos da Formação Parapuí.

a) - Espilito amigdalóide

Afloramento no corte do km 242 da BR-222, próximo a torre da Embratel. Corresponde a extenso derrame ao longo da falha Café Ipueiras. Amostras 1139-MJ-R-015 e 1139-CL-R-65a.

Nos afloramentos apresenta-se como rocha afanítica, marrom-acinzentada, escura, destacando-se ripas de plagioclásio na forma de pontuações brancas e amigdalas, com até 0,6 cm, preenchidas por material verde pistache ou branco. Fraturas preenchidas por calcita, epidoto e material argiloso. A abundância de veios de calcita, alguns com 2 me-

tros de possança e a sistemática descoloração da rocha na proximidade dos veios, caracterizam este afloramento. Algumas fraturas mostram indícios de mineralização cuprífera com calcopirita-malaquita-azurita. A pirita está sempre presente, disseminada na rocha.

Microscopicamente, a rocha exhibe textura hialofítica ou hialopilítica com fenocristais ripiformes de plagioclásio albitizado (9%An) imersos em uma mesostase desvitrificada. Amígdalas abundantes são encontradas ocupadas por clorita, epidoto-calcita, epidoto-quartzo, quartzo puro, prehnita-calcita. A composição mineralógica inclui, além da albita, geralmente impregnada de óxido de ferro, clorita, epidoto, calcita, sílica criptocristalina, quartzo, leucoxênio e prehnita.

b) - Olivina basalto espilitizado
(Espilito microlítico).

Afloramento na estrada Pacujá-Graça, via Açude, 4,5 km a SW de Pacujá. Derrame relacionado a falha Pacujá e corresponde a representação mais meridional da Formação Parapuí. Amostra 1139-CL-R-409.

No afloramento apresenta-se como rocha extrusiva caracterizada por uma matriz afanítica preta, com pequenos pórfiros ripiformes de feldspato rosa-ferrugem. Associam-se blocos de sílica cripto-cristalina e amorfa, e intenso fraturamento.

Ao microscópio, destacam-se microlitos de plagioclásio sódico (5% - An) fartamente distribuídos e fenocristais automórficos de composição sódica-oligoclásio sódico (20%An), em arranjos sem orientação especial, lembrando textura ofítica em vários locais da lâmina. Ocorre ainda, serpentina e hidróxido de ferro, segundo pseudomorfos de olivina (foto 21).

A matriz é restrita, composta de massa cripto-cristalina, desvitrificada, impregnada de hidróxido de ferro com calcedonia preenchendo interstícios.

c) - Hialobasalto espilitizado (Espilito)

Rocha típica dos grandes derrames da porção norte do graben, na área de Parapuí e do Serrote do Madeiro. Amostras: 1139-MJ-R-035; 1139-MJ-R-296; 1139-MJ-R-484.

Nos afloramentos apresentam-se como rochas verde-escuras, textura afanítica onde, em alguns casos, se distinguem pequenas pontuações brancas ou rosa, ripiformes. Constituem geralmente bancos maciços, porém frequentemente exibem estrutura amigdalóide com os vacuolos preenchidos por materiais diversos (epidoto, clorita, calcita, quartzo, etc.). Em alguns afloramentos (por ex. fazenda Canto) ocorrem vênulas de material branco-esverdeado cortando a rocha.

Ao microscópio, exibem geralmente típica textura hialofilítica e mais raramente textura microlítica. A composição mineralógica é relativamente monótona e corresponde a associação característica dos espilitos, isto é, albita,

em microlitos e cristais ripiformes dispersos na matriz desvitrificada, epidoto (zoisita-pistacita), clorita, tremolita-actinolita, leucoxênio e sílica cripto-cristalina. Preenchendo as amígdalas são encontrados epidoto, clorita e sílica criptocristalina. As fotos 22 e 23 são exemplos típicos deste fenômeno. Impregnações de hidróxido de ferro são bastante frequentes tanto na matriz quanto nos cristais e microlitos de albita.

d) - Riolito parcialmente queratofirizado

Ocorre na forma de derrames ao longo da falha Café Ipueiras e na fazenda Paissandú, cortando e por vezes recobrimo derrames espilíticos. Amostras: 1139-CL-R-137 - 4,6 km a leste do povoado Cacimba, na estrada para Arariús; 1139-MJ-R-107 - Estrada Sobral-Massapê.

No afloramento apresenta textura porfirítica com pequenos pórfiros de feldspato e quartzo dispersos numa matriz afanítica cinza-rosado.

Ao microscópio, tem-se textura porfirítica, com uma matriz microcristalina, silicosa, constituída de calcedônia e micro-grãos de quartzo. Destacam-se da matriz pórfiros de quartzo e ortoclásio automorfos, estes em parte albitizados e micropertitizados. Destacam-se ainda, carbonatos em massas irregulares ou segundo pseudomorfos de ortoclásio (foto 24) e epidoto em pequenos agregados alongados ou sub-radiais.

d.2.2 - Rochas Eruptivas Normais

As rochas da Formação Parapuí não afetadas pelo processo de espilitização, denominadas "normais" na classificação adotada, incluem termos efusivos e principalmente rochas filonianas. As efusivas, com área de ocorrência restrita a porção sul-central do graben, no vale do Rio de Jaibas, são representadas por andesitos, dacitos e riolitos. Estas lavas associam-se por vezes a aglomerados e brechas vulcânicas e em alguns locais foram intensamente afetadas por processos de alteração hidrotermal, resultando em rochas totalmente sericitizadas e cloritizadas e que correspondem aos hidrotermalitos mencionados por Delfour, (1967); Anderson, (1969); de especial importância do ponto de vista metalogênico. Observa-se um aparente zoneamento nestas manifestações hidrotermais, desenvolvendo-se em áreas preferenciais, como por exemplo, na região das fazendas Nova e Campina. Petrograficamente, estes fenômenos manifestam-se pela transformação total ou parcial da mineralogia original da rocha, que é substituída por associações do tipo Clorita-Epidoto-Uralita-Sericita-Carbonato.

Algumas amostras típicas de efusivas não espilitizadas são descritas a seguir:

a) - Andesito: Afloramento na vila de Arariús - Amostra 1139-CL-R-119.

No afloramento apresenta-se com granulação fina, homogênea e de coloração cinza a róseo. Ao microscópio, exibe textura hipidiomórfica granular, lembrando em certos locais textura ofítica.

Acha-se constituída por ripas de Andesina (An 36%), parcialmente argilizadas, sericitizadas e contaminadas por hidróxido de ferro. Os máficos são anfibólio (hornblenda) clo₂ritizados, com formação de opacos e agregados fibrosos, bordejando as secções prismáticas. Ocorre ainda a penina individualizada em cristais fibro-radiais, e apatita.

b) - Dacito amigdalóide epidotizado - (Hidrotermalito) - Afloramento na área fazenda Nova/fazenda Campina, próximo as ocorrências de mineralização cuprífera, e em Santana do Acaraú. Amostras 1139-CL-R-1330 e 1139-CL-R-1298.

No afloramento exhibe coloração verde epidoto, com estrutura vacuolar, podendo as amígdalas apresentar-se vazias ou preenchidas por material carbonático. Algumas fraturas estão preenchidas por epidoto e carbonato. Ao microscópio, observa-se uma mesóstase (70-90% da rocha) de composição pístacítica impregnada de hidróxido de ferro, contendo formas vestigiais microlíticas também totalmente substituídas para epidoto. Ocorre ainda, indivíduos ripiformes (1,5 - 2,5 mm de comprimento) com formas semelhantes a plagioclásio, substituídos totalmente para agregados prismáticos de epidoto. Em alguns casos subsistem restos de plagioclásio intercrescido com quartzo, que não sofreram substituição.

As formas vesiculares são preenchidas por epidoto, calcita e quartzo criptocristalino. A textura residual varia de porfirítica amigdalóide a ofítica granular.

c) - Riolito pórfiro: Derrames ácidos ao longo da

falha Café Ipueiras na estrada Arariús - Mucambo. Estes riolitos correspondem provavelmente as últimas manifestações do vulcanismo Parapuí. Amostras 1139-CL-R-1333, 1139-CL-R-108.

Nos afloramentos apresentam-se com coloração rosa escuro, textura porfirítica, destacando-se fenocristais de quartzo e feldspato em uma matriz afanítica.

Ao microscópio, destaca-se uma mesóstase desvitrificada, resultando um material argiláceo com impregnação de limonita e opacos. Dispersos nesta massa observam-se fenocristais de quartzo e feldspatos (foto 25). O quartzo ocorre em fenocristais automórficos (0,29 - 1,40 mm) mostrando corrosão nas bordas, além de raros cristais xenomórficos com extinção ondulante. A sanidina em fenocristais automórficos (1,1 - 3,7 mm), em geral argilizados, possui em alguns casos linhas de geminação, 2V pequeno e sinal ótico negativo. Como minerais acessórios temos opacos pretos, carbonato, preenchendo vesículas ou em aglomerados. Textura porfirítica.

d.2.3 - Complexo Filoniano

Como elemento complementar da Formação Parapuí temos um cortejo de rochas subvulcânicas e hipabissais, que constituem o denominado "Complexo Filoniano". Como já foi enfatizado, a área de ocorrência destas rochas abrange não apenas a região do graben, que abriga o Grupo Jaibaras, como também toda a área de ocorrência do Grupo Bambuí, incluindo ainda o "stock" granítico Meruoca-Rosário e algumas faixas do

embasamento cristalino a oeste de Massapê. Petrograficamente, caracterizam-se por uma grande variedade de tipos litológicos, seja no aspecto textural, seja no seu quimismo.

Na porção central do graben Jaibaras, entre Aprazível e Arariús, ocorrem com maior frequência os termos básicos desta associação, representados por diques e "sills" com até 600 m de espessura aflorante, constituídos de diabásios uralitizados e cloritizados e olivina-gabros ofíticos uralitizados. A associação mineralógica típica destas rochas inclui oligoclásio/andesina-anortoclásio-olivina e/ou titano-augita-epidoto-actinolita/tremolita-clorita-uralita.

Na área da fazenda Urubú e a sudoeste da fazenda Campina, estas rochas abrigam mineralização cuprífera, que se manifesta na forma de calcopirita disseminada preferencialmente em zonas brechadas, e discreta impregnação de malaquita em blocos rolados dispersos no solo. Há evidências de manifestações hidrotermais associadas a estas mineralizações.

O complexo filoniano da Formação Parapuí inclui ainda diques de composição dacítica-riolítica com área típica de ocorrência na região do povoado Aroeiras e na serra da Penanduba, cortando sedimentos epimetamórficos do Grupo Bambuí. São rochas de textura porfirítica e mais raramente granorífica, que também foram afetadas em grau variável pelos processos de alteração hidrotermal bem desenvolvidos nos seus correspondentes efusivos. São comuns fenômenos de uralitização, epidotização, cloritização, sericitização, etc..

São descritas a seguir algumas amostras representativas de afloramentos típicos do complexo filoniano da Formação Parapuí.

a) - Diabásio cloritizado e uralitizado

Afloramentos nos flancos leste e oeste do suposto lopolito de Arariús, 1,5 km e 3,2 km a oeste da vila, na estrada para Cajueiro. Amostras - 1139-CL-R-118 e 1139-CL-R - 115.

Nos afloramentos, blocos isolados em área de solo argiloso escuro, apresentam-se com rocha de cor cinza escura, granulação média, fanerítica, isotrópica, constituída de um esqueleto de minerais cinza claro cujos espaços são preenchidos por minerais pretos.

Ao microscópio, exibem típica textura ofítica com ripas de plagioclásio (2,5 mm de comprimento) zonados com teor de anortita variável e com franjas e cristais intersticiais tardios de K-feldspato do tipo anortoclásio ($2V-30^{\circ}$), além de quartzo, que exhibe localmente intercrescimento gráfico com o K-feldspato. O plagioclásio (oligoclásio-andesina) foi quase totalmente substituído (saussurita, hidromica, argila).

Os ferromagnesianos, que constituem cerca de 1/3 do volume da rocha são representados por piroxênios substituídos diferencialmente por actinolita verde a azulada, hornblenda marrom, biotita verde, clorita, epidoto e opacos pre-

tos. O conjunto de alterações dos plagioclásios e piroxênios destas rochas caracteriza um típico autometamorfismo por soluções residuais de grande valor metalogenético.

b) - Olivina gabro ofítico

Corpos intrusivos no Grupo Bambuí (fazenda Alto Alegre) e porção central da estrutura provisoriamente denominada lopolito de Arariús. Amostras 1139-CL-R-134 e 1139-CL-R-102.

Nos afloramentos apresentam-se como rocha de granulação grosseira, cor cinza-esverdeada, constituída de minerais máficos e feldspato em ripas alongadas.

Na lâmina delgada apresentam texturas sub-ofítica e hipidiomórfica granular formada por cristais sub-automórficos de labradorita (An-52%), argilizados, sericitizados, geminados segundo a lei da albita e albita-carlsbad. As ripas de plagioclásio tem seus interstítios ocupados por cristais de piroxênio rômbo e/ou monoclinico parcialmente uralitizados. Destacam-se ainda cristais de olivina em parte serpentinizados e em alguns casos, rara nefelina. Os minerais de alteração mais frequentes são tremolita-actinolita, serpentina, epidoto, clorita e sericita.

c) - Dacito porfirítico (Quartzoporfirítico)

Diques na região da serra da Penanduba e ao norte da fazenda Barra. Amostras 1139-CL-R-236 e 1139-CL-R-1188.

Nos afloramentos a rocha apresenta uma matriz afa-
nítica róseo-avermelhada onde estão dispersos pórfiros ró-
seos de feldspato.

Ao microscópio em textura porfirítica, destacam-
se ripas de plagioclásio entrelaçadas (oligoclásio ?), bas-
tante alteradas, com os interstícios preenchidos por mine-
rais de transformação, incluindo clorita, epidoto-zoisita, se-
ricita, quartzo, hornblenda, uralita e carbonatos. Zircão, ti-
tanita, apatita e leucoxênio são acessórios secundários. Em
algumas amostras, além dos plagioclásios, aparece microclina
em quantidade subordinada.

d) - Riolito - (Quartzopórfiro)

Vários diques de composição riolítica foram amos-
trados e estudados na região da serra da Penanduba, entre os
povoados Caiçaras e Oiticica, na estrada Aprazível-Coreaú e
entre o povoado Aroeiras e a serra do Rosário. Os diques são
geralmente pouco possantes, raramente ultrapassam 10 m, po-
rém bastante extensos. Amostras 1139-CL-R-355; 1139-CL-R-245;
1139-CL-R-270.

Nos afloramentos são rochas leucocráticas, com to-
nalidades cinza e rósea, formada por matriz afanítica, que
engloba pórfiros tabulares de feldspato róseo e grãos de
quartzo incolor.

Ao microscópio, predomina textura porfirítica, evo-
luindo em alguns casos para textura gráfica (granófiros):

A amostra CL-R-270 constitui um belo exemplo de riolito esferulítico com sua textura característica. Mineralogicamente, são constituídos por quartzo e feldspato alcalino, em uma matriz microfelsítica que engloba pórfiros destes mesmos minerais além de agulhas de opacos. Microclina pertítica é o pórfiro dominante, apresentando alteração para sericita e carbonato. Na variedade esferulítica observa-se intercrescimento de quartzo e feldspato alcalino. Como acessórios ocorrem sericita, carbonato, fluorita e opacos.

e) - Quartzó-sienito (Nordmarkito)

Dique com aproximadamente 300 m de espessura na ombreira direita da barragem auxiliar do açude Aires e Souza. Amostra - 1139-MJ-R-13b.

No afloramento a rocha apresenta textura granular homogênea, média a grosseira, de coloração rósea avermelhada onde se distingue os feldspatos róseos e pontuações negras dispersas.

Ao microscópio revela textura granular com intercrescimentos gráficos. A composição mineralógica inclui ortoclásio pertítico bastante alterado, albita-oligoclásio impregnados de óxidos de ferro, quartzo, quase sempre em intercrescimentos gráficos, tremolita-actinolita, restos de um piroxênio (augita?), hornblenda zonada, clorita, epidoto, titanita e apatita.

Esta rocha assume de certa forma uma posição isolada

da e aberrante na associação do vulcanismo Parapuí. Deve corresponder a uma diferenciação sodi-potássica da fração riolítica do magma.

e - Petroquímica

e.1 - Generalidades

Abordamos aqui as características petroquímicas das rochas da Formação Parapuí, visando os seguintes objetivos:

1 - Definir o interrelacionamento genético das diversas fácies petrográficas reunidas na Formação Parapuí.

2 - Definir e caracterizar as séries magmáticas presentes no vulcanismo Parapuí.

3 - Com base nas conclusões petroquímicas e petrográficas, avaliar a vocação metalogenética desta província vulcânica.

Como elementos informativos, dispomos de 47 análises químicas de rochas em amostras petrograficamente estudadas e classificadas, cujos resultados analíticos com os respectivos parâmetros de Niggli estão figurados nas tabelas III, IV, V, VI.

Adotando as recomendações de Alsac, (op. cit.), serão tratados apenas aspectos geoquímicos dos elementos maiores em virtude das dificuldades e incertezas que cercam a caracterização de séries magmáticas com base em estudo de elementos traços.

TABELA - III

AMOSTRA	MJ 243	CL 102	CL 134	MJ 243	MJ 237-B	CL 252	CL 1331	CL 1334	CL 446	CL 1332	CL 409	MJ 484
SiO ₂	47.80	49.10	44.50	50.50	47.60	46.50	55.00	54.30	68.00	49.70	48.00	58.40
Al ₂ O ₃	14.70	12.90	14.64	19.84	14.50	9.90	13.55	14.87	12.50	13.69	17.47	13.50
Fe ₂ O ₃	1.00	0.90	2.28	2.46	1.00	1.40	5.12	8.20	6.10	11.68	13.10	5.60
FeO	11.00	10.90	16.28	7.92	6.10	10.40	5.04	2.45	2.20	1.88	0.28	8.40
MnO	0.30	0.60	0.24	0.18	0.60	0.40	0.06	0.17	0.60	0.07	0.08	0.20
MgO	4.70	5.80	12.00	5.19	2.70	3.40	2.42	2.97	0.20	2.17	2.25	5.80
CaO	6.90	7.30	2.66	3.64	8.80	7.80	6.05	3.78	0.30	6.96	2.00	6.50
Na ₂ O	4.00	3.00	2.16	3.12	5.00	3.40	4.02	4.00	3.00	4.01	5.74	3.80
K ₂ O	2.90	1.40	1.03	1.35	1.50	2.00	0.86	3.16	6.60	3.00	2.56	1.10
TiO ₂	1.30	1.70	1.56	1.30	1.40	0.60	1.70	1.65	0.30	1.55	2.10	1.40
P ₂ O ₅	0.54	0.55	1.03	0.59	0.61	0.88	1.14	1.06	0.06	1.08	1.77	0.53

al	22	20	18	52	25	17	26	28	34	23	31	20
fm	44	50	70	14	30	45	38	40	33	39	141	51
c	19	20	6	17	28	25	21	13	1	21	6	18
alk	15	10	6	17	17	13	15	19	32	17	22	11
si	124	129	94	225	140	137	180	173	310	142	145	148
mg	0.41	0.45	0.53	0.25	0.38	0.33	0.30	0.34	0.04	0.23	0.24	0.43
k	0.32	0.23	0.23	0.21	0.16	0.27	0.12	0.34	0.59	2.93	0.22	0.16
qz	-36	-11	-30	+57	-28	-15	+20	-3	+82	-26	-43	+4

MJ-243	GABRO OFÍTICO EPI-METAMÓRFICO
CL-102	OLIVINA GABRO OFÍTICO
CL-134	MICROGABRO OLIVÍNICO NORMAL COM NEFELINA
MJ-243	GABRO OFÍTICO EPI-METAMÓRFICO
MJ-237-B	GABRO OFÍTICO EPI-METAMÓRFICO (URALITIZADO)
CL-252	QUARTZO DIORITO CLORITIZADO, URALITIZADO
CL-1331	ESPILITO
CL-1334	ESPILITO
CL-446	ANDESITO AMIGDALÓIDE
CL-1332	BASALTO MICROLÍTICO-ESPILITO
CL-409	BASALTO OLIVÍNICO ESPILITIZADO
MJ-484	ESPILITO

TABELA - IV

AMOSTRA	CL 22	CL 16-A	CL 441	CL 68-B	CL 44	CL 131-A	CL 445	MJ 420	MJ 296	CL 1316	CL 065-A	CL 917
SiO ₂	47.80	56.20	50.80	48.50	47.40	39.80	60.90	53.10	42.00	47.50	46.30	47.50
Al ₂ O ₃	14.00	12.70	14.30	13.80	12.90	7.80	13.50	12.70	13.50	15.82	17.70	14.30
Fe ₂ O ₃	11.30	14.10	5.90	9.30	6.60	7.40	5.70	9.10	6.10	13.63	7.70	9.70
FeO	2.40	1.50	7.00	4.20	7.50	3.20	3.40	4.50	7.40	1.86	7.20	5.90
MnO	0.70	0.30	0.40	0.40	0.50	0.70	0.40	0.40	0.30	0.17	0.40	0.33
MgO	1.90	0.60	4.70	5.30	5.00	3.70	1.60	3.60	4.90	2.36	4.80	4.20
CaO	6.50	3.40	8.10	3.10	6.60	15.50	3.50	4.80	6.20	6.79	5.50	5.20
Na ₂ O	4.90	6.70	4.00	4.90	5.10	3.50	3.60	3.80	4.00	3.75	4.40	4.40
K ₂ O	1.90	0.70	0.50	1.90	0.70	1.40	2.60	0.80	2.90	1.02	0.70	1.70
TiO ₂	2.40	1.80	1.80	2.00	2.20	1.30	0.60	2.20	1.90	1.95	2.20	3.00
P ₂ O ₅	0.96	1.05	0.72	0.57	0.82	0.54	0.15	0.75	0.70	1.77	0.89	0.70

al	23	29	22	22	19	11	30	20	21	26	26	22
fm	40	30	45	52	49	36	37	49	47	42	48	50
c	20	14	22	9	18	42	14	16	17	20	14	14
alk	17	27	11	17	14	11	19	13	15	12	12	14
si	136	218	131	134	121	100	228	161	109	131	115	125
mg	0.20	0.11	0.39	0.42	0.39	0.38	0.24	0.33	0.40	0.22	0.37	0.33
k	0.20	0.06	0.07	0.20	0.07	0.21	0.32	0.11	0.32	0.15	0.08	0.20
qz	-32	+10	-13	-34	-35	-44	+52	+9	-51	-17	-33	-31

CL - 22	BASALTO PORFIRÍTICO ESPILITIZADO-ESPILITO
CL - 16-A	ESPILITO
CL - 441	BASALTO AMIGDALÓIDE ESPILITIZADO-ESPILITO
CL - 68-B	BASALTO OFÍTICO AMIGDALÓIDE ESPILITIZADO-ESPILITO
CL - 44	BASALTO PORFIRÍTICO AMIGDALÓIDE - ESPILITO
CL - 131-A	BASALTO HIALOPILÍTICO AMIGDALÓIDE - ESPILITO
CL - 445	HIALOBASALTO - ESPILITO
MJ - 420	BASALTO HIALO-OFÍTICO - ESPILITO
MJ - 296	BASALTO HIALO-OFÍTICO AMIGDALÓIDE - ESPILITO
CL - 1316	HIALOBASALTO ESPILITIZADO - ESPILITO
CL - 065-A	HIALOBASALTO AMIGDALÓIDE - ESPILITO
CL - 917	BASALTO ESPILITIZADO - ESPILITIZADO

TABELA - V

AMOSTRA	CL 115	CL 118	CL 801	CL 233	CL 119	CL 1219-B	CL 1330	CL 1219-A	CL 317	CL 355	CL 356	CL 267
SiO ₂	42.90	51.30	48.30	47.30	56.50	61.70	54.00	68.00	50.70	70.20	51.40	63.20
Al ₂ O ₃	13.15	17.47	14.50	13.40	17.47	13.93	13.60	9.92	13.50	11.20	13.40	12.50
Fe ₂ O ₃	7.90	3.94	2.3	2.10	8.40	4.22	9.91	3.41	3.00	2.70	2.10	1.70
FeO	8.20	8.36	8.7	11.10	3.60	3.60	0.86	2.44	10.40	2.30	9.10	6.70
MnO	0.80	0.18	0.33	0.40	0.16	0.18	0.13	0.19	0.40	0.30	0.30	0.40
MgO	4.70	3.32	6.00	6.30	2.72	1.74	0.43	1.41	2.80	0.50	3.60	0.90
CaO	5.50	2.73	10.10	7.60	1.96	2.87	15.40	4.34	6.00	0.90	6.20	2.40
Na ₂ O	3.60	3.34	3.10	3.30	4.02	4.50	0.16	4.46	2.30	4.90	2.10	3.10
K ₂ O	1.90	2.44	0.90	1.60	0.15	3.16	0.10	0.09	2.90	3.00	3.00	3.40
TiO ₂	2.40	1.30	1.60	2.20	1.80	1.23	2.23	1.62	2.60	0.20	1.70	0.40
P O	1.66	1.87	0.16	0.48	1.41	0.57	1.89	1.60	1.15	0.05	0.55	0.16

al	20	31	19	19	35	31	24	27	23	34	24	31
fm	53	46	45	50	45	33	26	32	46	26	44	36
c	15	9	27	20	7	12	49	21	19	5	20	11
alk	12	14	9	11	13	24	1	20	12	35	12	22
si	111	155	118	116	190	233	161	314	150	368	155	266
mg	0.34	0.33	0.49	0.46	0.303	0.29	0.07	0.30	0.27	0.14	0.36	0.15
k	0.25	0.32	0.15	0.24	0.001	0.31	0.33	0.001	0.45	0.28	0.48	0.41
qz	-37	-1	-18	-28	+38	+37	+57	+134	+2	128	+7	+78

CL-115	DIABÁSIO ALTERADO
CL-118	DIABÁSIO ESPELITIZADO
CL-801	DIABÁSIO
CL-233	DIABÁSIO URALITIZADO
CL-119	ANDESITO NORMAL
CL-1219-B	DACITO NORMAL - ALTERADO
CL-1330	DACITO NORMAL - EPIDOTIZADO
CL-1219-A	DACITO NORMAL
CL-317	DACITO - QUARTZOPORFIRO
CL-355	DACITO PORFIRO
CL-356	DACITO PORFIRÍTICO
CL-267	DACITO GRANOFÍRICO

TABELA - VI

AMOSTRA	CL 236	CL 1188	CL 137	CL 242	CL 1333	CL 354	CL 245	CL 258	CL 228	CL-52= =MJ-13	CL 422
SiO ₂	56.60	71.00	79.00	67.80	70.20	72.20	65.20	65.60	64.20	61.50	55.90
Al ₂ O ₃	16.30	12.04	9.92	12.00	12.37	10.20	12.20	12.90	13.00	12.60	19.36
Fe ₂ O ₃	1.70	7.20	3.25	0.90	1.92	5.40	0.90	0.90	1.40	2.10	1.67
FeO	7.90	0.30	0.14	3.30	0.28	3.00	5.90	4.20	4.90	6.20	5.00
MnO	0.40	0.04	0.03	0.50	0.05	0.30	0.40	0.30	0.40	0.40	0.22
MgO	2.90	0.09	0.10	0.30	0.08	0.60	0.30	0.70	1.10	1.60	1.21
CaO	4.20	0.20	0.50	1.30	2.87	0.80	1.50	1.90	1.70	2.30	2.17
Na ₂ O	3.60	2.24	0.54	3.20	1.35	4.30	3.80	5.60	3.00	4.00	6.18
K ₂ O	3.80	5.12	5.57	4.80	7.98	3.00	5.30	3.50	5.40	4.70	2.86
TiO ₂	1.40	0.45	0.10	0.30	0.00	0.40	0.50	0.60	0.40	1.20	0.87
P ₂ O ₅	0.51	0.10	0.04	0.07	0.04	0.10	0.12	0.19	0.20	0.32	0.34

al	29	38	44	37	39	29	32	33	33	28	39
fm	39	32	21	23	10	37	29	24	31	36	26
c	14	1	4	7	16	4	7	9	8	10	8
alk	18	29	31	33	35	30	32	34	28	26	27
si	174	382	601	356	377	350	293	289	280	235	193
mg	0.34	0.02	0.04	0.10	0.06	0.11	0.06	0.18	0.22	0.25	0.24
k	0.40	0.60	0.86	0.49	0.79	0.31	0.47	0.29	0.54	0.43	0.23
qz	+2	+116	+377	+124	137	+130	+65	+53	+68	+31	-15

CL-236	DACITO ALTERADO
CL-1188	DACITO ALTERADO
CL-137	RIOLITO QUERATOFIRIZADO
CL-242	RIOLITO GRANOFÍRICO QUERATOFIRIZADO
CL-1333	RIOLITO PORFIRO
CL-354	RIOLITO PORFIRÍTICO
CL-245	RIODACITO GRANOFÍRICO
CL-258	RIODACITO GRANOFÍRICO
CL-228	RIODACITO PORFIRÍTICO
CL-52= =MJ-13	QUARTZO SIENITO
CL-422	PORFIRO ROMBICO

Chamamos a atenção para as limitações deste trabalho, baseado em uma amostragem de mapeamento regional sabidamente inadequada ao objetivo aqui colimado. As falhas de amostragem são particularmente sentidas nos termos ácidos e intermediários da associação. A inclusão neste estudo de algumas rochas com textura porfirítica, se bem que pouco recomendada, não resultou em desvios apreciáveis dos "trends" normais para estas associações.

e.2 - Conceito e Terminologia

Consideradas do ponto de vista da petrologia clássica as séries magmáticas compreendem os três grupos definidos por Harker e Becke in Barth, (1967) e denominadas:

Série Potássica ou Mediterrânea

Série Alcalina ou Atlântica

Série Calco-Alcalina (sensu latu), Sub-Alcalina ou Pacífica.

As duas últimas distinguem-se petrograficamente pela natureza dos produtos diferenciados, com a associação traquibasalto; andesito a andesina e traquiandesito; traquito; riolito e granitos a piroxênio ou anfibólio alcalino, no primeiro caso; e andesitos, dacitos e riolitos no segundo. Ainda com referência as duas últimas, observa-se na literatura, Tilley, (1950); Brousse, (1968); Kuno, (1968), etc. uma terminologia assás diversificada, oriunda de critérios diferentes para classificação de fenômenos semelhantes.

Em nossos trabalhos adotamos a classificação sugerida

rida por Kuno, (op. cit.), baseada na evolução do quimismo das rochas no curso dos processos de diferenciação e em associações minerais tipomórficas, parcialmente modificada, Fonteilles, (1967); Alsac, (op. cit.). A classificação original de Kuno compreende três séries magmáticas fundamentais e uma quarta subordinada, a saber:

- Série alcalina
- Série toleítica ou pigeonítica
- Série hiperaluminosa (high alumina)
- Série calco-alcalina (sensu stricto) ou hiperstênica

A série hiperaluminosa, segundo diversos petrólogos constitui uma variação da série toleítica, não devendo portanto, ser individualizada. Das duas séries fundamentais aqui consideradas, alcalina e toleítica, tratando-se de vulcanismo tardi-orogênético, pode derivar por processos de contaminação sílica, a série calco-alcalina sensu stricto, ou hiperstênica, raramente, no caso de séries alcalinas e frequentemente no caso de séries toleíticas, Alsac, (op. cit.). Com referência a classificação original de Harker e Becke anteriormente citada, o esquema aqui adotado apresenta a seguinte correspondência:

HARKER E BECKE	KUNO
Série Alcalina (Atlântica)	Série Alcalina
Série calco-alcalina s.l. ou sub-alcalina (Pacífica)	Série Toleítica ou pigeonítica Série calco-alcalina s.s ou Hiperstênica

A diferenciação entre as séries toleítica e a série calco-alcalina s.s. obedece a critérios mineralógicos e químicos; Tilley, (op. cit.); Kuno, (op. cit.). Do ponto de vista mineralógico os piroxênios são elementos distintivos: a pigeonita e a augita sub-cálcica caracterizam a série toleítica e o hiperstênio e a augita normal caracterizam a série sub-alcalina. Do ponto de vista químico a série toleítica caracteriza-se por um enriquecimento em ferro nos primeiros estágios da diferenciação (Fenner Trend) e os tipos petrográficos dominantes são basaltos ferríferos com andesitos e dacitos subordinados. Por outro lado, na série calco-alcalina s.s. o enriquecimento em ferro é ausente ou mal definida e a diferenciação processa-se com forte enriquecimento em alcalis (BOWEN TREND). Os tipos extrusivos dominantes são os andesitos e subordinadamente dacitos e riolitos.

A metalogenia clássica enfatiza sobremaneira a vocação metalogenética das séries magmáticas orogênicas ou imediatamente pós-orogênicas de afinidade calco-alcalina, s.l.e com andesitos abundantes, Routhier, (op. cit.). Fonteilles, (op. cit.) com base principalmente em trabalhos de T. Watanabe e H. Kuno demonstrou a associação preferencial do vulcanismo metalogenético pós-orogênico com a série calco-alcalina s.s. ou hiperstênica. Dentro desta linha de raciocínio, procuramos identificar os tipos de lavas presentes na Formação Parapuá a fim de avaliar com base em critérios petrogenéticos a vocação metalogenética da província. No caso de lavas normais, sem alterações de origem metassomática ou hidrotermal, a identificação das séries magmáticas é tarefa relativamente simples graças ao grande número de diagramas de variação e de parâmetros químicos específicos existentes na literatura.

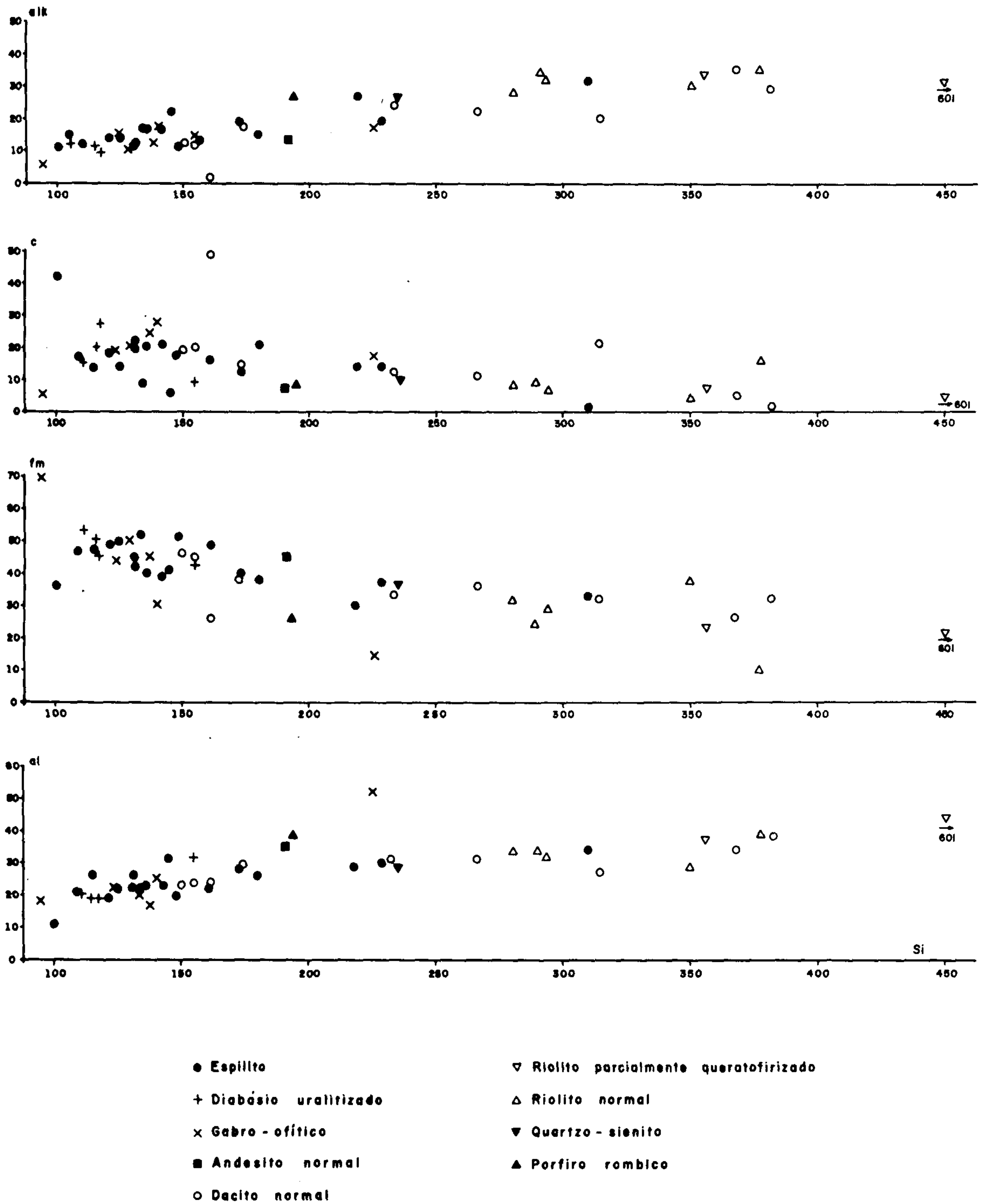


Fig.15 - Representação gráfica dos parâmetros al, fm, c e alk de Niggli em função do parâmetro si, para as rochas da formação Parapuí.

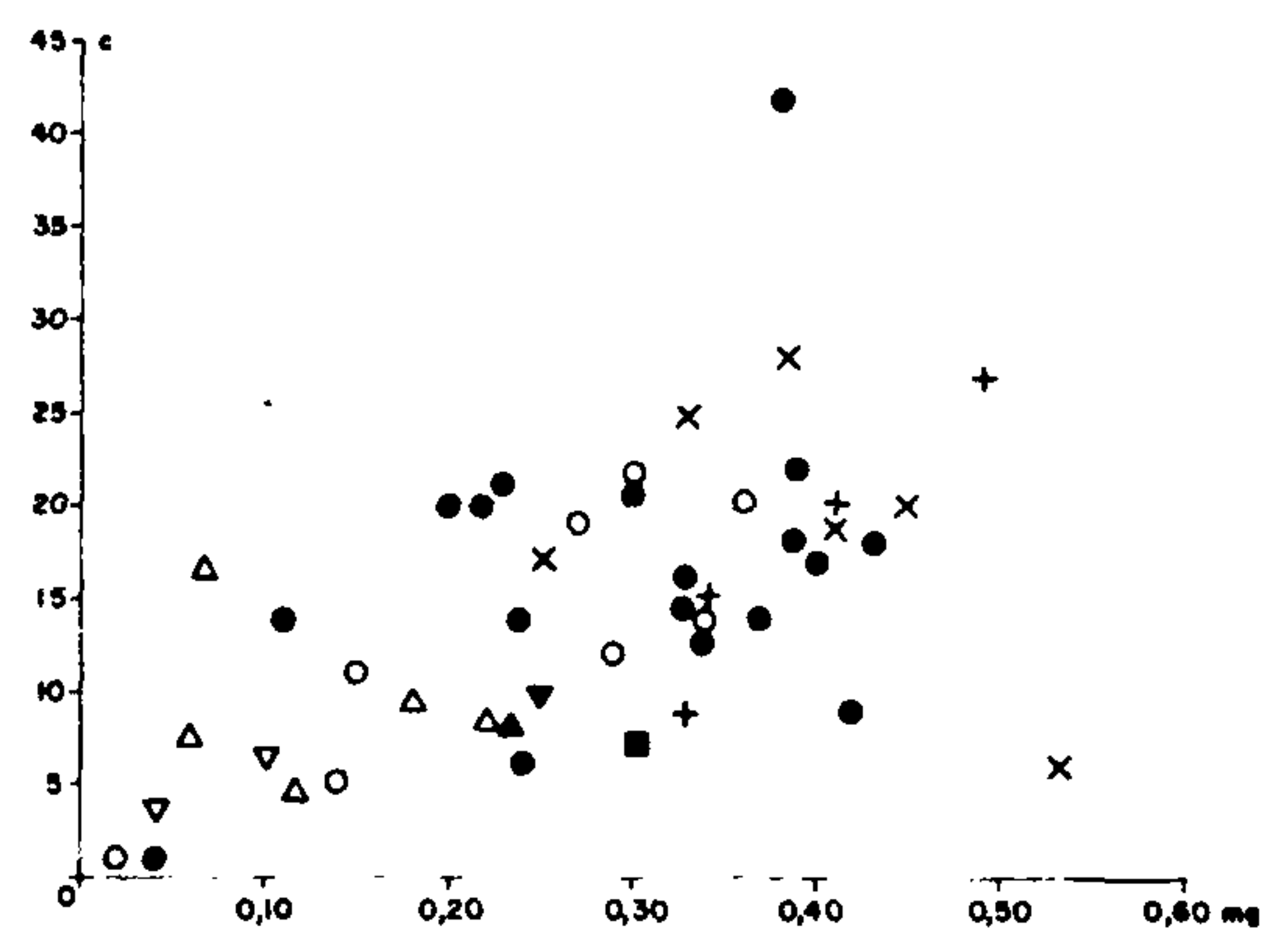
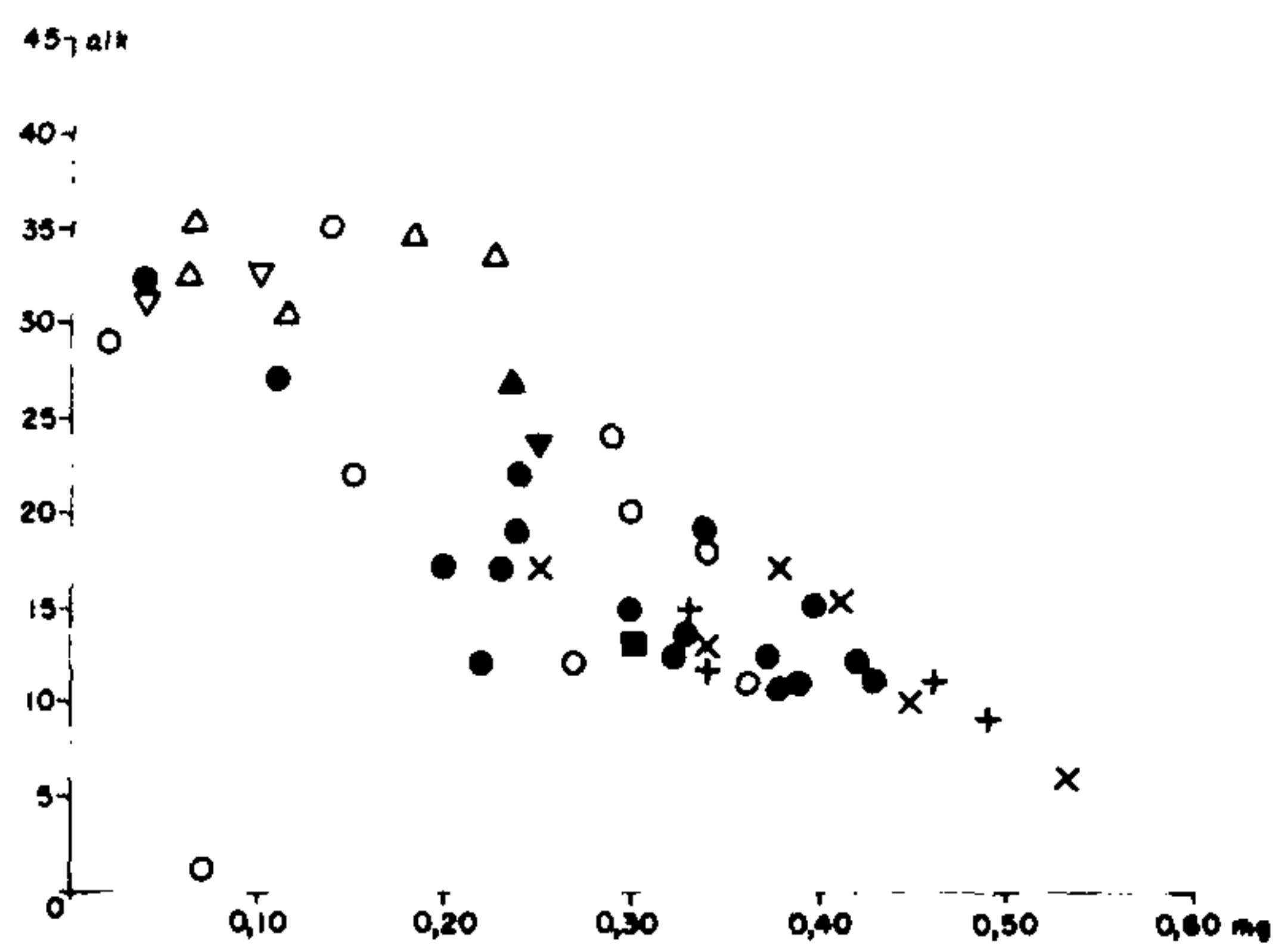
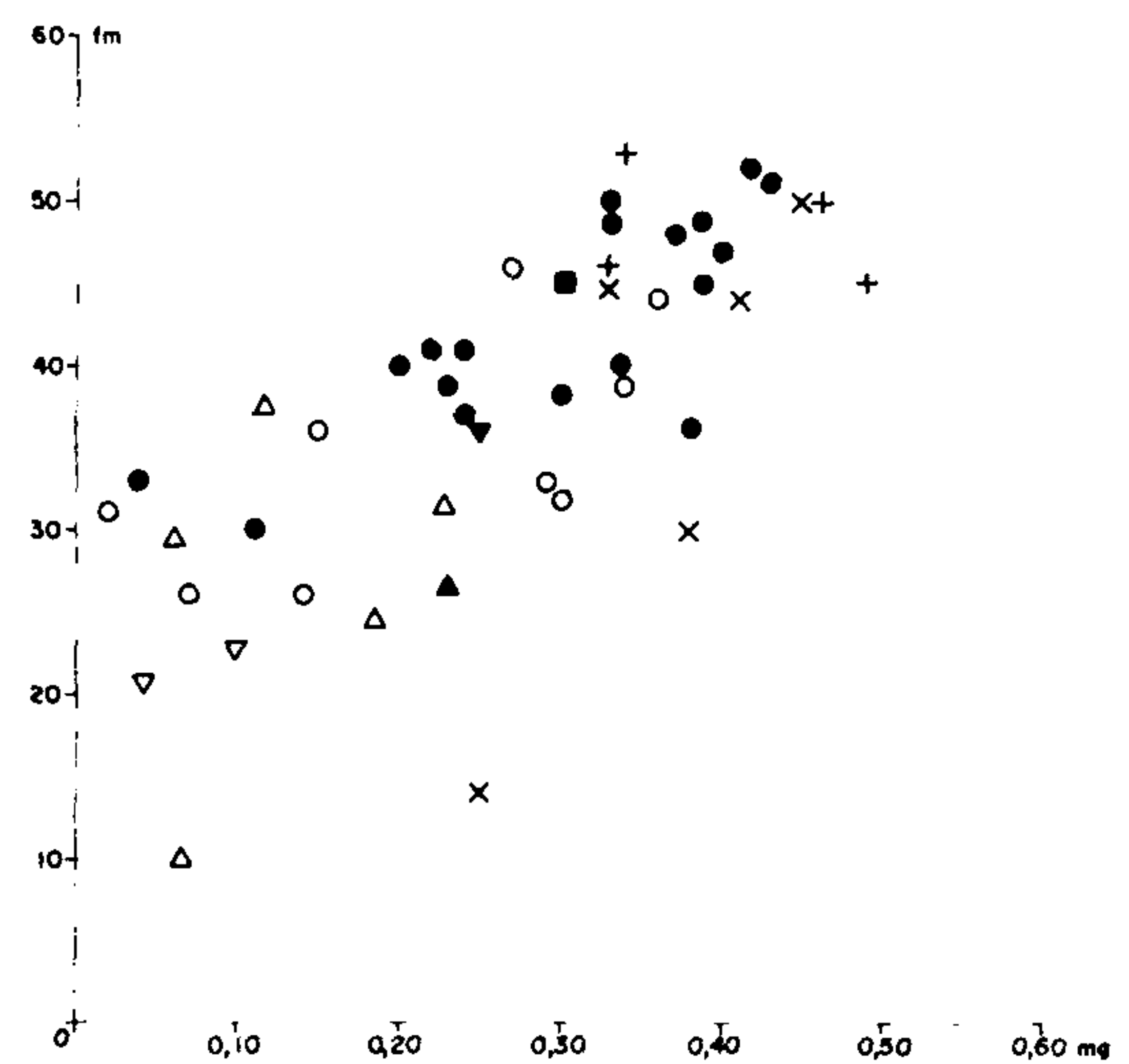
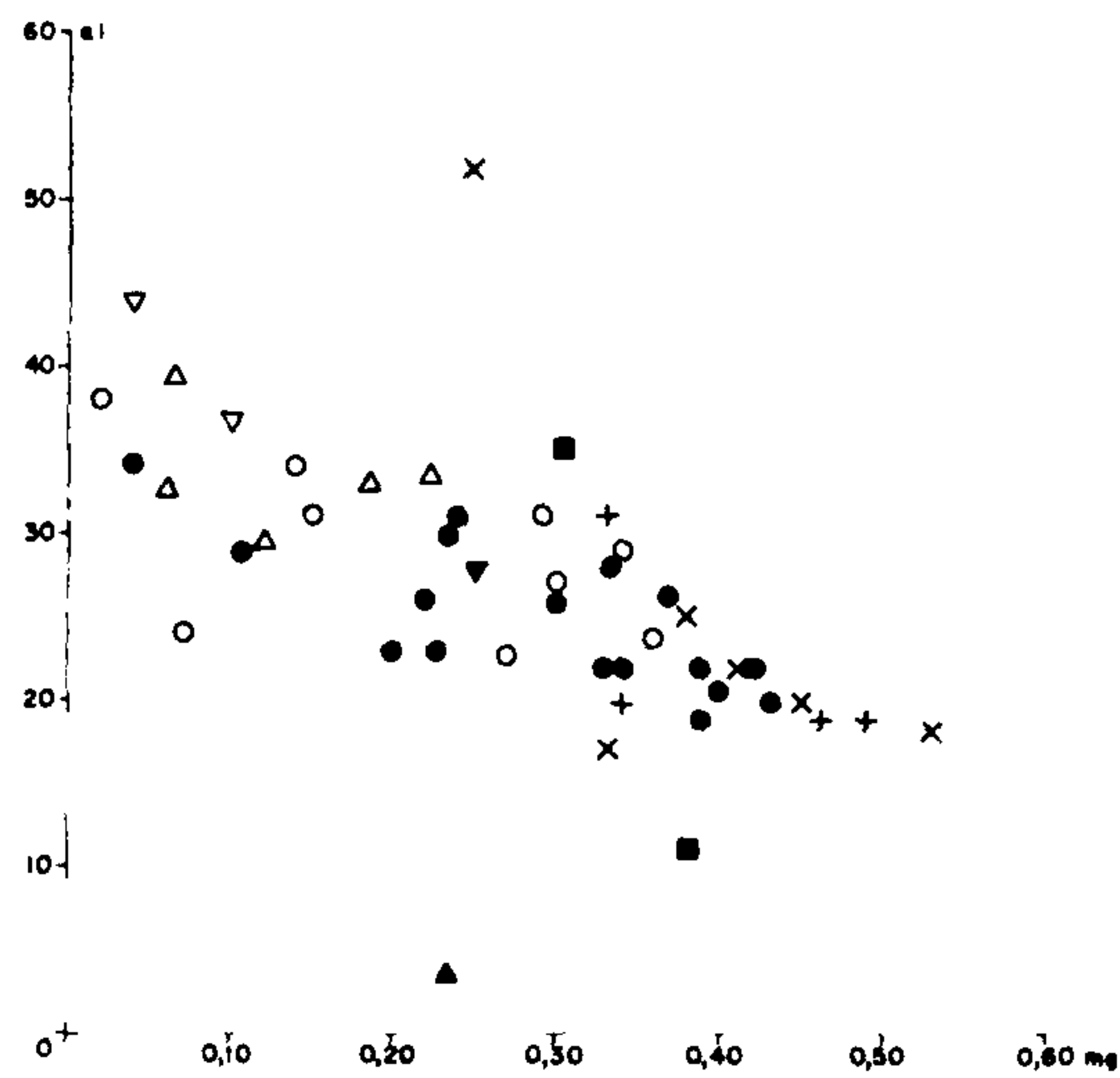


FIG.16 - Representação gráfica dos parâmetros al, fm, alk e c de Nigg., em função do parâmetro mg (Diagrama de FABRIES J. - 1964)

- | | | |
|------------------------|--|-------------------|
| ● Espilite | ■ Andesito normal | △ Riolito normal |
| + Diabásio urelitizado | ○ Dacito normal | ▽ Quartzó-sienite |
| X Gabro - ofítico | ▽ Riolito parcialmente quartzofirizado | ▲ Porfiro rambico |

Os trabalhos de Alsac, (op. cit.), Fonteilles (op. cit.) são particularmente significativos como sumarização atualizada das inúmeras possibilidades neste campo.

No caso do vulcanismo Parapuí, onde verificou-se uma espilitização e uma alteração hidrotermal generalizada, modificando substancialmente os caracteres químicos e mineralógicos primários das rochas, a utilização daquelas técnicas mostrou-se quase sempre inadequada.

Para o estudo deste tipo de rochas, Fonteilles, (op. cit.), sugere o uso de diagramas de variação com os constituintes ditos inertes ou invariantes durante o processo de espilitização, isto é, silica, alumínio e ferro e com certas reservas, magnésio. Com a aplicação da técnica sugerida por Fonteilles associada a outros tipos de diagramas, logramos identificar os "trends" mais importantes do ponto de vista petroquímico na associação vulcânica da Formação Parapuí.

e.3 - Caracterização Petroquímica

a - Parâmetros de Niggli

Os parâmetros de Niggli calculados para todas as amostras analisadas foram plotados em diagramas com os valores de al, fm, c e alk nas ordenadas e si nas respectivas abscissas (fig. 15). O exame dos diagramas nos conduz as seguintes deduções:

- 1 - Os valores de si mostram-se extremamente dispersivos,

variando entre 94 e 382. A existência de uma fase hidrotermal silicosa é evidenciada pelos valores de $si > 200$, apresentado por alguns dacitos. Petrograficamente, este fato manifesta-se pela intensa silicificação observada em algumas áreas da província (fazenda Nova).

As deficiências de amostragem tornam-se claras em todos os diagramas, particularmente sentida nos tipos petrográficos com valores de $si > 250$.

2 - Em todos os diagramas considerados observa-se um marcado alinhamento e continuidade dos pontos representativos das diversas fácies, sugerindo um interrelacionamento genético das rochas amostradas, através de uma evolução essencialmente por diferenciação, Juteau & Rocci, (1966). Note-se que este alinhamento é bem evidente apesar das deficiências de amostragem já referidas. Indicações adicionais do relacionamento consanguíneo das rochas do vulcanismo Parapuí são ainda evidenciadas, plotando-se os valores dos parâmetros al, alk, fm e c nas ordenadas, contra mg nas abcissas (fig. 16). Diagramas deste tipo, utilizados primeiramente por Fabriés, (1964), ressaltam em nosso caso a evolução contínua por diferenciação da associação espilito (basalto-andesito), dacito-riolito, confirmando as observações geológicas e petrográficas.

b - Diferenciação de lavas alcalinas e calco-alcalinas s.l. (sub-alcalinas).

Em se tratando de lavas em grande parte espilitizadas, a diferenciação das séries alcalinas e sub-alcalinas a

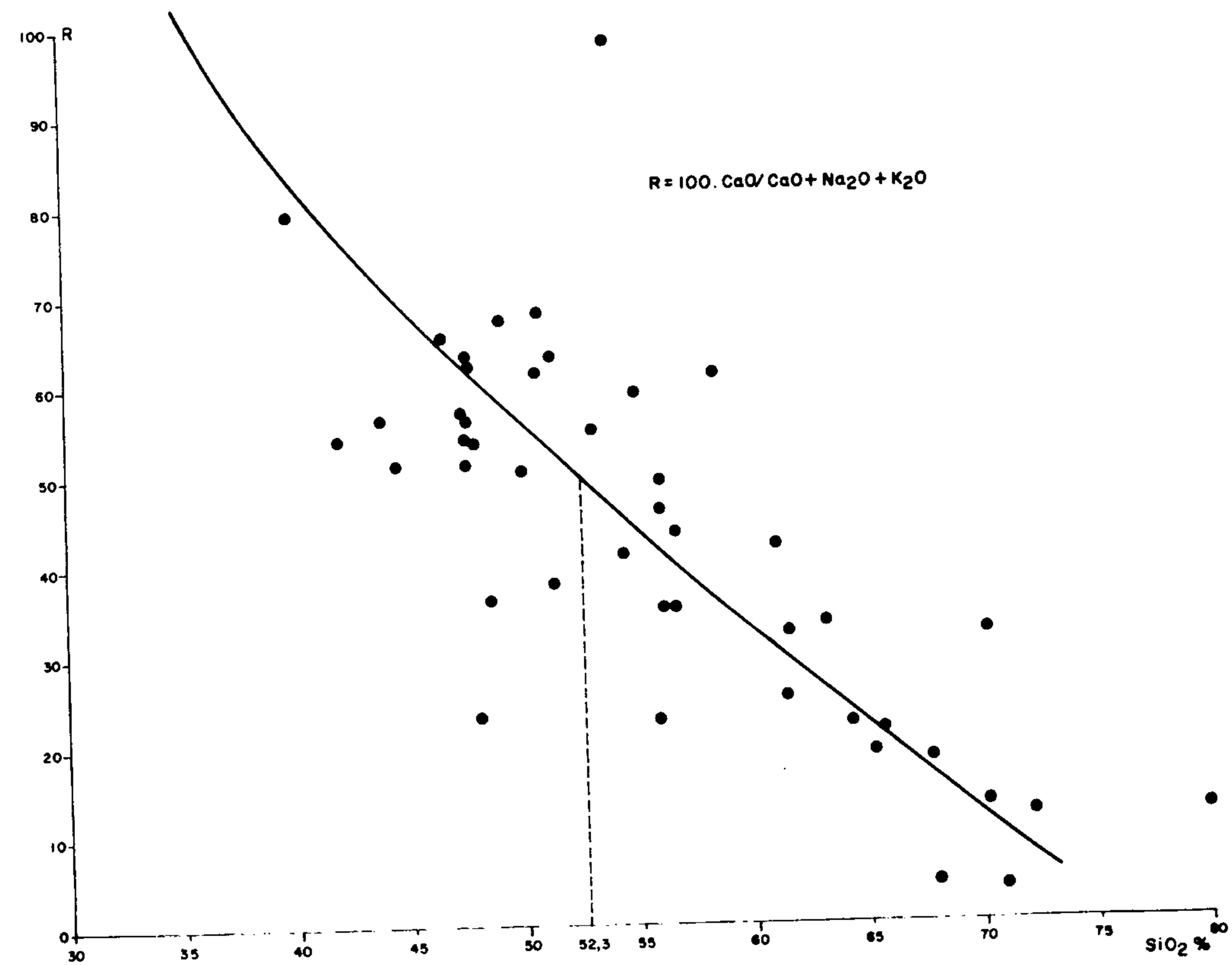


FIG.17 - FORMAÇÃO PARAPUÍ - Diagrama de Calco - Alcalinidade (J. JUNG-1955)
 Serie Alkali - Calcica - i = 52,3 - (PEACKOK-1931)

presenta problemas especialmente delicados. Em virtude de características peculiares ao quimismo das lavas espilíticas, notadamente o enriquecimento pronunciado em sódio, torna inviável a caracterização deste tipo de lavas através dos parâmetros normalmente utilizados, σ de A. Rittmann, θ de Sugimura, ponto iso-calco-alcálico de Harker etc., ou através dos diagramas de variação que utilizam direta ou indiretamente, valores de Na, K, Ca, Alsac, (op. cit.). A título de ilustração apresentamos o diagrama de calco-alcalinidade, Jung, (1955), figura 17. O índice de calco-alcalinidade $i = 52,3$ obtido em função da curva de variação $SiO_2/R = 100.CaO/CaO + Na_2O$, situa o vulcanismo Parapuí no campo alcali-cálcico, Peacock, 1931, in Juteau & Rocci (op. cit.). É fácil concluir do exame do parâmetro R que no caso de rochas espilíticas há uma forte tendência de deslocamento da curva de variação para a esquerda, aproximando os valores de i do campo alcalino. Desta forma, o valor obtido não reflete o quimismo original do magma e está em desacordo com a associação petrográfica descrita, de características marcadamente calco-alcálica s.l.

c - Diferenciação de lavas toleíticas e calco-alcálicas s.s.

Como já foi enfatizado, o estudo do quimismo do vulcanismo Parapuí foi maiormente conduzido com base no comportamento dos constituintes ditos invariantes ou inertes no processo de espilitização (sílica, ferro, alumínio), de acordo com a sistemática desenvolvida por Fontelles, (op. cit.) no estudo das séries vulcânicas de la Bruche (Vosges) e da la Brevenne (Maciço central francês), com as quais faremos comparações frequentes.

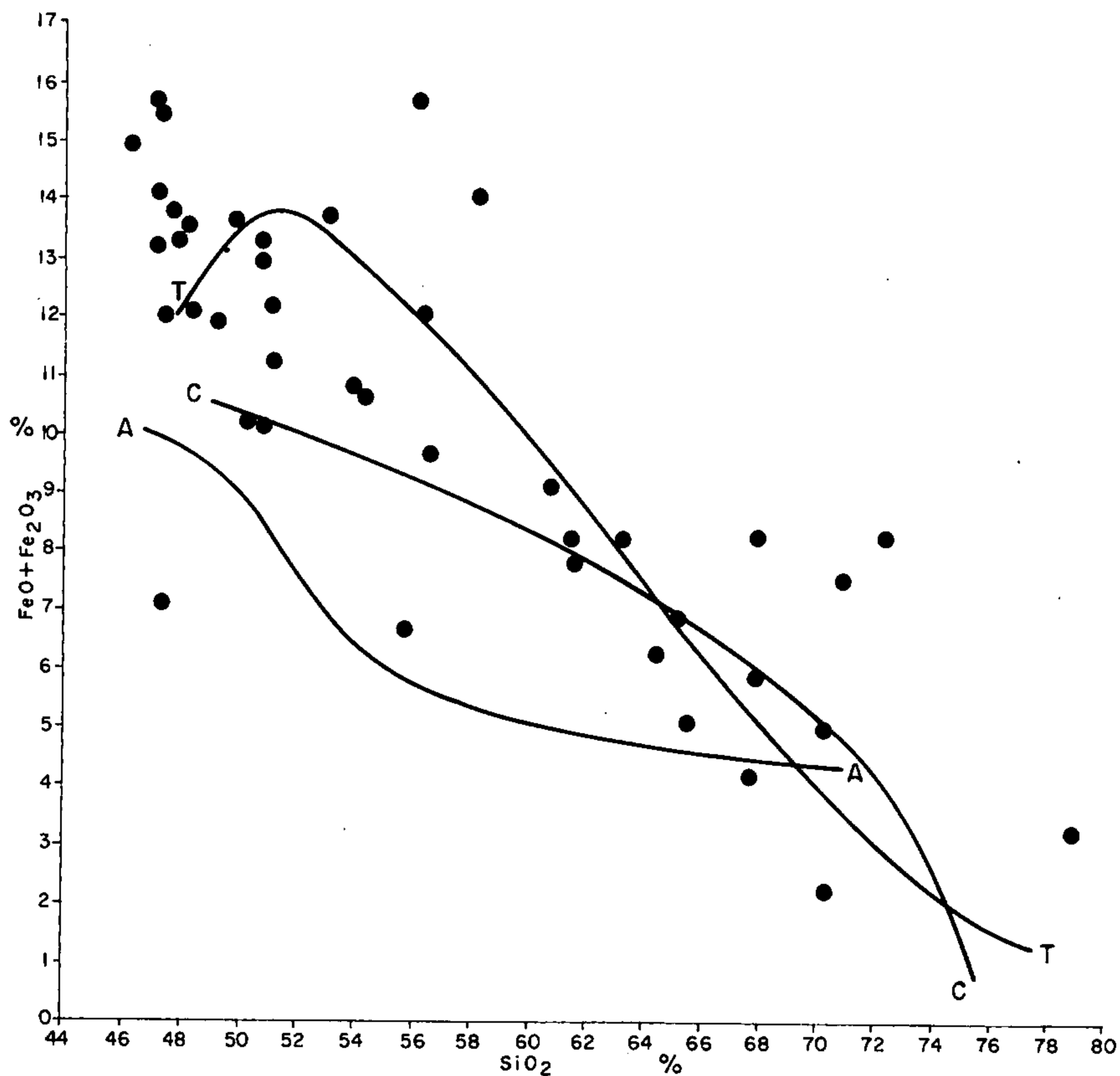
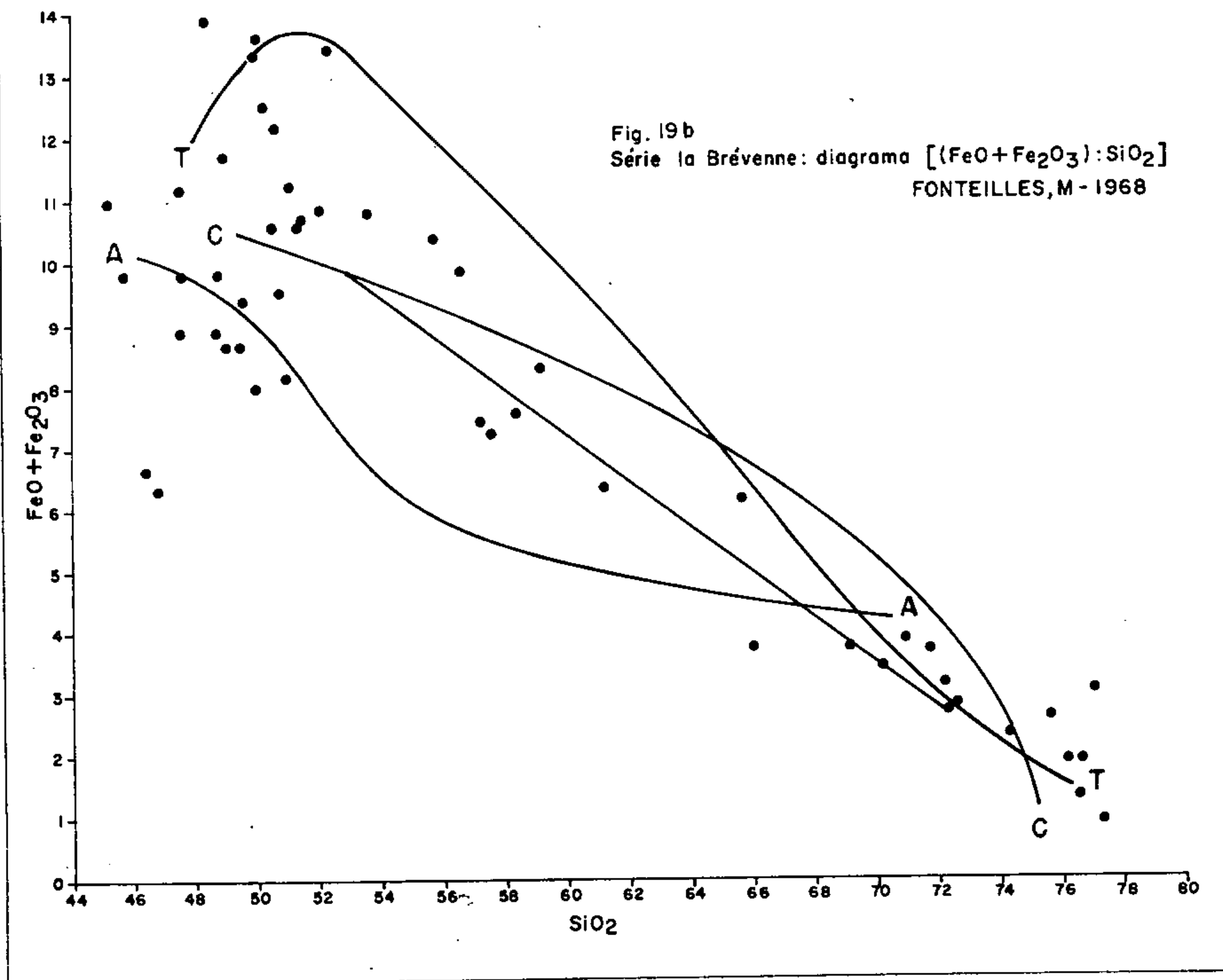
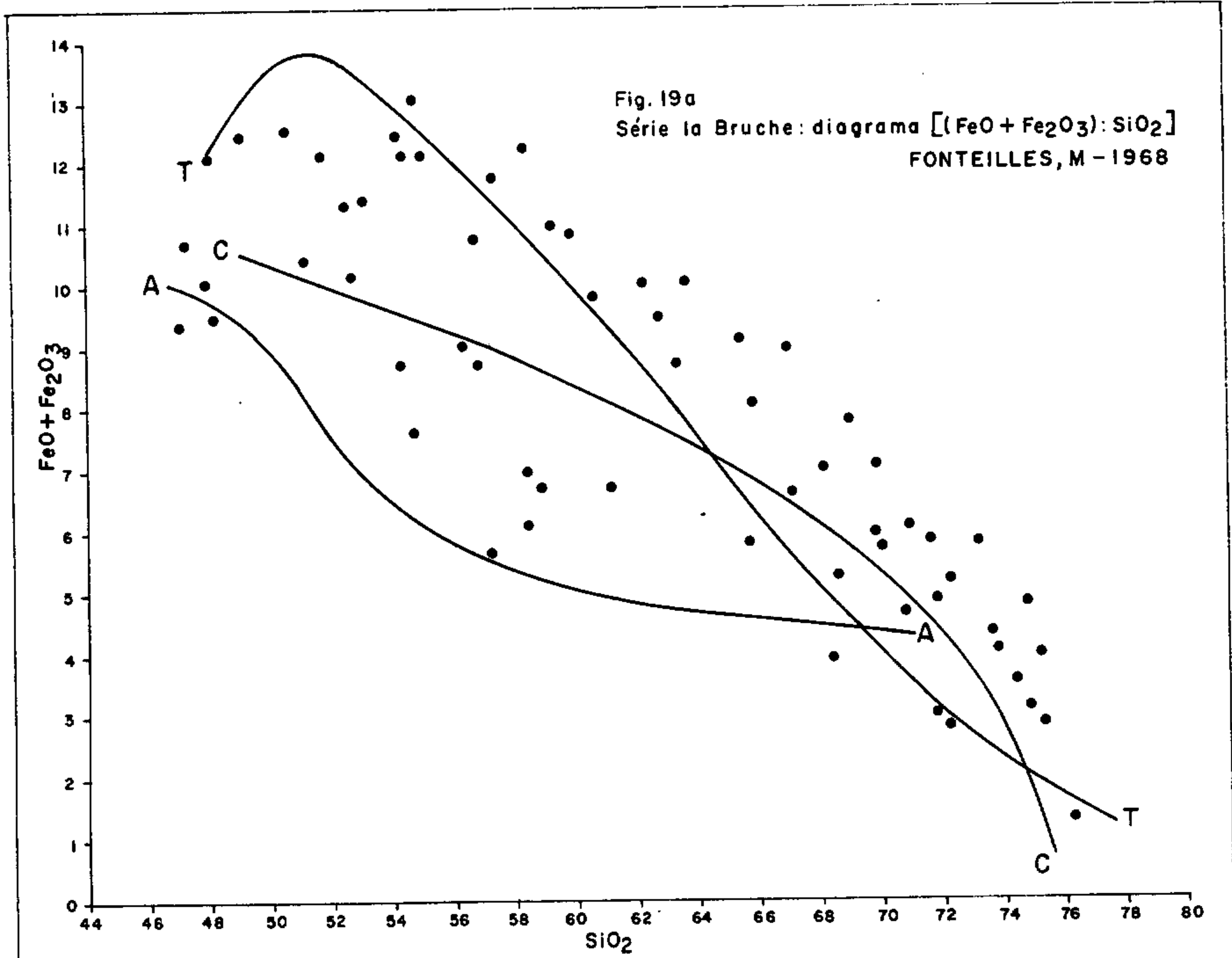


FIG. 18 Formação Parapuí - Diagrama $[(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3):\text{SiO}_2]$
 Curvas de referência a partir das variações médias
 das séries toleíticas (TT), calcoalcalina ss (CC) e alca-
 lina (A A) do Japão; FONTEILLES, M (1968).



No diagrama de variação utilizado (fig. 18) as curvas de referência correspondem a curvas típicas de variação média das séries toleíticas (TT), calco-alcalina s.s. (CC) e alcalina (AA) do Japão construídas por Fonteilles (op.cit.) com base nos dados de Aramaki (1963), in Fonteilles (op.cit.):

No diagrama $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3) : \text{SiO}_2$ destaca-se o caráter linear e contínuo de variação dos valores $(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3)$ em função de SiO_2 . O enriquecimento em ferro nas primeiras fases da diferenciação (Fenner Trend) típico dos magmas com afinidade toleítica e que se manifesta na forma de um pico nos valores de $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ na faixa 50 - 54% SiO_2 não foi evidenciado nas rochas do vulcanismo Parapuí. Observam-se por outro lado, valores de $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ excepcionalmente elevados ($>14\%$) no polo básico de série, o que a caracteriza como fortemente ferrífera. Para efeito de comparação transcrevemos os diagramas similares da série toleítica de la Bruche e da série calco-alcalina de la Brevenne, Fonteilles, (op.cit.) - Figuras 19a e 19b. No primeiro caso é evidente o enriquecimento em ferro, com pico em torno de 54% SiO_2 , acompanhando claramente a curva padrão das séries toleíticas. No segundo caso, em que pese a relativa dispersão, a distribuição da maioria dos pontos segue uma tendência linear, ao longo da curva calco-alcalina, com alguns pontos ao longo da curva da série toleítica.

Com exceção do forte enriquecimento em ferro observado nas rochas do vulcanismo Parapuí, em relação a série la Brevenne, a tendência geral nas duas províncias evidencia a existência de uma série magmática calco-alcalina s.s. intimamente associada a uma série toleítica, que no caso

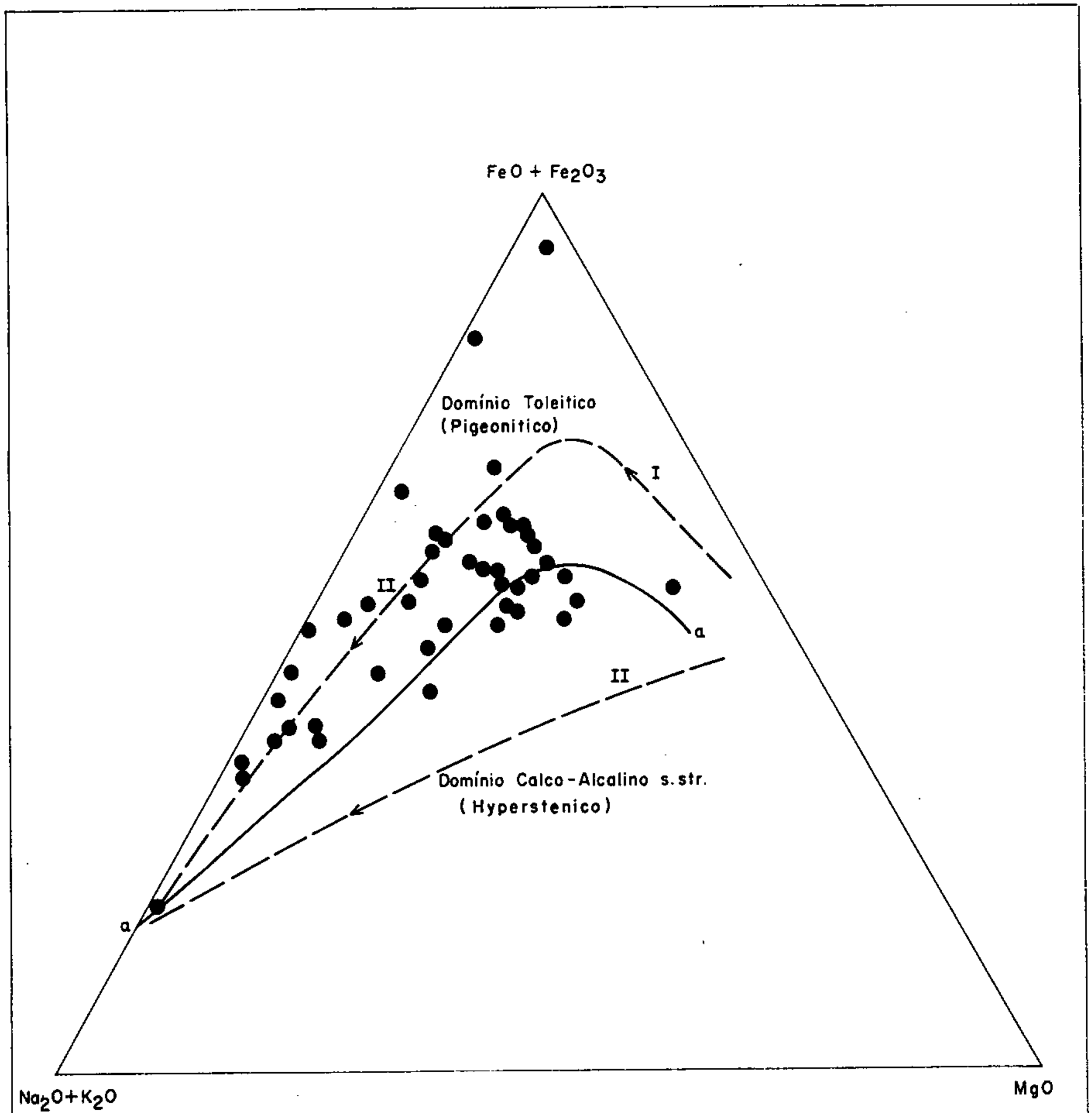


FIG.20 FORMAÇÃO PARAPUÍ - DIAGRAMA A F M.
CURVA DE REFERÊNCIA a SEGUNDO H.KUNO (1954)

- I - EVOLUÇÃO DO MAGMA TOLEÍTICO - "FENNER TREND" - ENRIQUECIMENTO EM FERRO.
- II - EVOLUÇÃO DO MAGMA CALCO-ALCALINO - "BOWEN TREND" - ENRIQUECIMENTO EM ALCALIS .

de la Brevenne desempenha papel subordinado. Algumas séries magmáticas de carácter calco-alcalino s.s. do Colorado e Nevada exibem um marcado enriquecimento em ferro nos termos básicos, da mesma forma que a série homônima do vulcanismo Parapuí.

O diagrama AFM, Wager e Deer, (1939), in Fonteilles (op. cit.), figura 20, indica relações interessantes. Em primeiro lugar confirma-se a ausência nas rochas do vulcanismo Parapuí do pico ferrífero característico dos magmas toleíticos, que no caso pode estar relacionado a ausência na "suite" amostrada de rochas fortemente magnesianas. Mais de 1/3 das amostras consideradas situam-se no campo calco-alcalino s.s. Este fato é particularmente significativo em se tratando de uma série fortemente ferrífera com deslocamento dos pontos para o polo F, principalmente se considerarmos que a curva de referência aa estabelecida por Kuno refere-se a uma série magmática não ferrífera. O enriquecimento excessivo em alcalis para alguns tipos petrográficos deve-se aos processos de espilitização já referidos.

Confirma-se com o diagrama AFM a existência no vulcanismo Parapuí de uma série calco-alcalina s.s. mesclada com uma série toleítica. Este tipo de associação descrita em diversas províncias vulcânicas do mundo tem seu exemplo clássico nos trabalhos de Kuno (1954) in Fonteilles, (op. cit.) sobre o vulcão Hakone (Japão). A curva de separação dos campos toleítico e calco-alcalino s.s. nos diagramas AFM, estabelecida por aquele autor e aqui usada como curva da referência não tem carácter absoluto. Em nosso caso, tratando-se de um magma fortemente ferrífero é de se esperar uma migração da curva de referência em direção ao polo F, ampliando consequente

temente o campo do domínio calco-alcalino.

d - Comentários Conclusivos

Mesmo considerando-se as limitações desta pesquisa em virtude da amostragem sabidamente incompleta, algumas das características básicas do vulcanismo Parapuí resultaram deli-
neadas:

1 - As rochas vulcânicas e associadas da Formação Parapuí exibem uma clara relação de consaguineidade, evoluindo do polo básico ao polo ácido essencialmente por diferenciação. A ausência de termos petrográficos fortemente magnesianos sugere um material semi-diferenciado como magma parental do vulca-
nismo Parapuí.

2 - À semelhança de diversas províncias vulcânicas pós-
orogênicas no mundo inteiro, observa-se no vulcanismo Parapuí a coexistência de uma série toleítica intimamente associada a uma série calco-alcalina s.s., esta possivelmente, deri-
vando daquela por processos de contaminação sílica do magma toleítico, Alsac, (op. cit.).

3 - Ambas as séries vulcânicas foram extensivamente afeta-
das por um amplo processo de espilitização manifestada pela intensa metassomatose sódica nos plagioclásios cálcicos origi-
nais. Este fato, associado a presença de prováveis estruturas "pillow-lavas" caracterizam o ambiente submarino ou pelo me-
nos sub-aquático das emissões vulcânicas.

4 - Como evento derradeiro das manifestações vulcânicas desenvolveu-se uma atividade hidrotermal tardia, que resultou

na alteração total ou parcial das rochas vulcânicas. Foram registradas fases de cloritização, sericitização, epidotização, carbonatação e silicificação, compondo uma assembléia do tipo propilítico, intimamente relacionadas e que apresentam um claro zoneamento na província.

e.4 - Valor Metalogenético do Vulcanismo Parapuí

Uma apreciação da vocação metalogenética do vulcanismo Parapuí no estágio atual de conhecimentos da área deve se fundamentar essencialmente em suas características petrogenéticas. Como já foi mencionado, a metalogenia clássica associa o vulcanismo metalogênico com as séries vulcânicas calcoalcalinas s.l. ou sub-alcalinas, orogênicas e pós-orogênicas. Modernamente, a partir da subdivisão da série sub-alcalina nas séries calco-alcalina s.s. e toleítica, Tilley, (op. cit.), Kuno, (op. cit.), o vulcanismo metalogênico passou a associar-se diretamente com o vulcanismo calco-alcalino s.s., Fonteilles, (op. cit.), lembrando-se contudo da existência de importantes exceções a esta regra, por exemplo, os jazimentos cupríferos do Lago Superior, associado a basaltos de afinidade toleítica, e o caso dos ofiolitos de Chipre onde a série calco-alcalina s.s. não está presente. São características desta tipologia, mineralizações de Cu, Pb, Zn, Au, Ag, S (Pirita), Mn, etc..

No caso da Formação Parapuí a constatação do carácter misto do magmatismo, coexistindo as séries toleítica e calco-alcalina s.s., repetindo o modelo observado em diversas províncias mineiras do mundo, confere a esta área uma posição de destaque, e a indica como potencialmente minera-

lizada. As ocorrências de mineralizações cupríferas na área das fazendas Campina e Urubú confirmam definitivamente a existência de condições de mineralização associadas às manifestações vulcânicas.

O desenvolvimento da "suite" espilito-queratófiro, nos magmas toleíticos e cabo-alcalinos s.s. do vulcanismo Parapuí contribui favoravelmente do ponto de vista metalogenético e completa uma tipologia característica de importantes áreas mineralizadas. A título comparativo inserimos o quadro IV, transcrito de Alsac, (op. cit.), com algumas modificações. Observa-se aí um marcado paralelismo entre a tipologia da Formação Parapuí e a maioria das áreas mineralizadas citadas como exemplo.

Finalmente, a identificação de uma fase tardia de alteração hidrotermal, atuando nas rochas vulcânicas, efusivas ou não, e maiormente localizada na porção central da bacia, completa o elenco de condições favoráveis a formação de depósitos minerais do tipo vulcanogênico.

Mesmo considerando-se a presença de uma série de elementos favoráveis a ocorrência de mineralização, alguns fatores limitativos do potencial da Formação Parapuí devem ser enfatizados. O atual estágio erosivo da região aparentemente reduziu bastante o volume de rochas vulcânicas da bacia, mormente as unidades menos resistentes como tufo e aglomerados vulcânicos. Coincidentemente, as evidências das mineralizações cupríferas conhecidas correspondem as áreas onde foram detectadas as raras ocorrências de tufo vulcânicos na bacia. Se

QUADRO-IV
EXEMPLOS DE FORMAÇÕES VULCÂNICAS MAIS OU MENOS ESPILÍTICAS E METAMORFISADAS (Segundo C. ALSAC -1971)
 INCLUI A FORMAÇÃO PARAPUI PARA COMPARAÇÃO

NOME DA FORMAÇÃO	LOCALIZAÇÃO E IDADE	MODO DE ERUPÇÃO	GRAU DE BASICIDADE	SÉRIES MAGMÁTICAS RECONHECIDAS			TENDÊNCIA ESPILÍTICA	MINERALIZAÇÕES ASSOCIADAS	OBSERVAÇÕES	BIBLIOGRAFIA
				ALCALINA	TOLEÍTICA	CALCO-ALCALINA				
LA BRUCHE	VOSGES - FRANÇA DEVONO - DINANTIANO	SUBMARINO EM GRANDE PARTE	45% a 77% SiO ₂	NÃO OBSERVADO	PRESENTE TiO ₂ > 1.75	AUSENTE	DOMINANTE	NENHUMA	METAMORFISMO DE CONTATO LOCALMENTE	T. JUTEAU E G. ROCCI (1965 - 1966) M. FONTEILLES (1968)
BRÉVENNE	MONTES DE LYONNAIS FRANÇA DEVONO - DINANTIANO	SUBMARINO	40 a 70% SiO ₂	NÃO OBSERVADO	PRESENTE TiO ₂ > 1.75 NOS BASALTOS	PRESENTE TEÓRES ELEVADOS EM AL ₂ O ₃ TiO ₂ < 1.75 NOS BASALTOS	DOMINANTE	AMAS PIRITOSAS ± CALCOPIRITA ± BLENDA PRODUÇÃO: COBRE METÁLICO 13.000 a 22.000 t PIRITA: 18 MILHÕES DE TONELADAS, ATÉ O FIM DE 1964	METAMORFISMO: (XISTOS - VERDES) "MINÉRIO AZUL" FORMADA POR ALTERAÇÃO SUPERGENICA NÃO INCLUI EXPLORAÇÃO PARA COBRE ENCERRADA. EXPLORAÇÃO ATUAL P/PIRITA MUI REDUZIDA (15.000 t EM 1965)	J. BOULADON M. FONTEILLES (1968) D. BARDIN (1971)
PARAPUI	BACIA JAIBARAS NW - CEARÁ CAMBRO - ORDOVICIANO	SUBMARINO (PROVAVELMENTE)	46 - 80% SiO ₂	NÃO OBSERVADA	PRESENTE	PRESENTE	DOMINANTE	INDÍCIOS DE Cu EM ESPILITO VACUOLAR, AGLOMERADO VULCÂNICO E EM BRECHAS DIORÍTICAS. NO SOLO ANOMALIAS GEOQUÍMICAS DE Cu e Zn	FACIES XISTOS VERDE INTENSO HIDROTHERMALISMO. CONHECIMENTOS AINDA INCOMPLETOS	
POLI	NORTE - CAMEROU PRÉ - CAMBRIANO	SUBMARINO NA MAIORIA	45 a 77% SiO ₂ (SILICIFICAÇÃO PROVAVEL)	POSSÍVEL	NÃO ASSINALADA	PRESENTE	EM PARTE	MINERALIZAÇÃO ESTRATIFORME DISSEMINADA A 04% DE COBRE METÁLICO, RESERVAS DA ORDEM DE 1 A 10 MILHÕES DE TONELADAS.	METAMORFISMO (EPIZONA) INTRUSÕES DE DIORITO E GRANODIORITOS COM "SKARN". AUSÊNCIA DE TERMOS TOLEÍTICOS SÃO DEVIDAS AO FATO DAS ANÁLISES SE ENCAMINHAREM PARA OS TERMOS ÁCIDOS E NEUTROS.	J. C. DUMORT (1967) Y. LE FUR (1971)
HUELVA	SUDOESTE DA ESPANHA TOURNAISIANO	SUBMARINO	46 a 75% SiO ₂ (COM OS TERMOS ÁCIDOS LARGAMENTE DOMINANTES)	APARENTEMENTE AUSENTE	POSSÍVEL?	PRESENTE	DOMINANTE	AMAS PIRITOSAS ± CALCOPIRITA ± BLENDA ± GALENA E NÍVEIS A MANGANÉS. RESERVAS DE SAN DIONÍSIO (RIO TINTO) 50.000.000 TONELADAS DE MINÉRIO A 0,6 - 1,2% MUITAS AMAS COM COBRE A 5 - 10% (RESERVAS INFERIORES A 10.000.000 t)	METAMORFISMO HERCINIANO DO FACIES XISTOS VERDES ASSINALADO POR E. LECOLLE MINERALIZAÇÃO DOS TUFOS ÁCIDOS QUE ESTÃO DISTANTE DOS VULCANITOS.	E. SOLER (1969) D. DEPREEZ E E. SOLER (1970) M. LECOLLE (1970)
NORANDA GRUPO DO BLAKE-RIVER	ROUYN NORANDA QUEBEC CANADA ARQUEANO	SUBMARINO	40 a 80% SiO ₂ (SILICIFICAÇÃO)	NÃO OBSERVADO	PRESENTE	PRESENTE	MUITO PROVÁVEL	AMAS PIRITOSAS ± CALCOPIRITA ± BLENDA NUMEROSAS MINAS (~30) GRANDE TONELAGEM: PRODUÇÃO TOTAL ATÉ 1967 1.800.000 t DE COBRE 700.000 t DE ZINCO E 12.000.000 "ONCAS" DE OURO. LIGAÇÃO EVIDENTE COM METARÍOLITOS	METAMORFISMO FREQUENTEMENTE SEM DEFORMAÇÃO. FACIES DOS XISTOS VERDES	C. D. SPENCE (1967) W. R. A. BARAGAR (1968) W. R. A. BARAGAR E A. M. GOODWIN (1968) A. SPENCE
WEEDON	CANTONS DE L'EST, QUEBEC, CANADA CAMBRO - ORDOVICIANO	SUBMARINO	45 a 76% SiO ₂	?	PRESENTE (TiO ₂ > 1.75) NOS BASALTOS	PRESENTE	DOMINANTE	AMAS PIRITOSAS ± CALCOPIRITA E BLENDA JAZIMENTO LIGADO A LAVAS RIOLÍTICAS E ANDESÍTICAS.	METAMORFISMO REGIONAL DO FACIES DOS XISTOS VERDES. INTRUSÕES GRANÍTICAS DEVONIANAS COM METAMORFISMO DE CONTATO. (EXEMPLO: A MINA DE WEEDON).	G. DUQUETTE (1960 - 1961) R. A. MARLEAU (1968) A. CARLIER F. GENTILE R. LAMARCHE C. ALSAC E A. LAMARCHE
DARAINA MILANO	NORD-EST DE MADAGASCAR PRÉ - CAMBRIANO	AÉREO	45 a 78% SiO ₂	PRESENTE	PRESENTE (TiO ₂ > 1.75) NOS BASALTOS	PRESENTE (TiO ₂ < 1.75 A MAIORIA DOS BASALTOS?)	DOMINANTE NAS LAVAS ÁCIDAS	INDÍCIOS DE COBRE NAS FRATURAS DAS LAVAS BÁSICAS.	METAMORFISMO DO FACIES DOS XISTOS VERDES GRANÍTICOS MONOZONÍTICOS INTRUSIVOS.	G. JOWRDE (1968) C. ALSAC (1970)

esta associação prevalecer as possibilidades de mineralizações de grande porte nas rochas efusivas ficam severamente reduzidas. Reconhecemos contudo que o estágio atual de conhecimentos da área é ainda bastante reduzido e inferências deste tipo tem caracter mais especulativo do que real.

Concluindo, os estudos preliminares, petrográficos e petroquímicos, da Formação Parapuí indicam a existência de uma tipologia altamente favorável a ocorrência de mineralização de tipo vulcanogênico na associação Cu - Pb - Zn - S (Pirita), seja do tipo maciço, seja do tipo disseminado. A tipologia observada, no seu conjunto constitui um fato novo na literatura geológica brasileira não sendo do nosso conhecimento descrições no país de eventos semelhantes.

Pelo seu intrínseco potencial mineralizante as áreas de ocorrências da Formação Parapuí constituem alvos preferenciais para pesquisa mineral, justificando-se a sua recomendação para desenvolvimento de campanha de prospecção de saturação.

4.3.3.6 - Formação Aprazível - (EOja)

a - Definição

No esquema estratigráfico adotado por Kegel et alii (op. cit.), a denominação Aprazível foi usada pela primeira vez, referindo-se ao membro inferior da então proposta Formação Jaibaras. Segundo o mesmo autor o membro Aprazível

corresponde aos conglomerados anteriormente descritos por Oliveira e Leonardos, (op. cit.) com áreas típicas de ocorrência nas proximidades do povoado Aprazível, ao longo da rodovia para Sobral, e a leste de Massapê, na estrada para Santana do Acaraú. Cobra, (op. cit.), elevou o membro Aprazível à categoria de formação e estabeleceu uma nova ordem estratigráfica, atribuindo-a posição terminal no Grupo Jaibaras. Neste trabalho adotamos para a Formação Aprazível as definições recentes, Cobra, (op. cit.); Mabesoone et alii (op. cit.), e Danni (op. cit.) se bem que muitas áreas mapeadas por aqueles autores como tal, correspondem na realidade a unidade basal do Grupo Jaibaras aqui descrita como Formação Massapê. A Formação Aprazível é constituída por típicos conglomerados grosseiros com matriz arcoseana ocorrentes ao longo de linhas de falha e relevo escarpado, recobrando em discordância indistintamente as Formações Massapê, Parapuí e Pacujá e algumas extensões do "stock" Meruoca-Rosário.

b - Áreas de Ocorrência

Em concordância com o condicionamento tectônico das formações sedimentares do Grupo Jaibaras as áreas de ocorrência da Formação Aprazível restringem-se a segmentos do graben Jaibaras nas folhas Bela Cruz, Sobral e Frecheirinha e em estruturas semelhantes da zona de cisalhamento de Jaguarapí, na folha Granja. Única exceção encontra-se na borda oeste da serra da Meruoca, ao sul da fazenda Barra, onde grandes acumulações dos conglomerados da Formação Aprazível recobrem a unidade superior do Grupo Bambuí, (foto 26).

Na porção norte do graben Jaibaras, a Formação Aprazível está representada apenas em duas pequenas manchas ao sul de Mutambeiras e em uma estreita faixa a leste de Massapê desde o açude Acaraú-Mirim até a falha Contendas. Da estrada Sobral-Jordão para sul esta unidade forma extensa cobertura sobre os sedimentos mais antigos do Grupo Jaibaras e encontra-se particularmente bem exposta ao longo da BR-222 no trecho Sobral-Aprazível. Ao longo da falha Café-Ipueiras a Formação Aprazível volta a ocorrer em manchas isoladas a partir do riacho Florinda e alcança maior extensão no bloco de Pacujá, limitado a leste pela falha do mesmo nome. No flanco oriental da bacia, apresenta-se com belas exposições ao longo da estrada Jaibaras-Cariré e daí para sudeste em uma faixa contínua e paralela ao lineamento Sobral-Pedro II, desaparecendo sob os sedimentos da Formação Serra Grande que formam a elevação conhecida como Serrote da Bananeira.

Nos grabens do sistema Jaguarapí a Formação Aprazível aflora conspicuamente na margem direita do riacho Sairí (foto 27) e na área da lagoa da Bodega.

c - Modo de Ocorrência

Excetuando-se as ocorrências nos flancos da serra Meruoca-Rosário a Formação Aprazível está sempre associada a linhas de falhas e a blocos subsidentes no interior dos grabens. No campo destaca-se por apresentar relevo colinoso áspero, desprovido de solo e com vegetação arbustiva esparsa. Nos afloramentos caracteriza-se por um amontoado caótico de blocos e de bancos espessos normalmente desprovidos de planos

de estratificação. Nas ocorrências associadas aos grabens do sistema Jaguarapí observa-se um acentuado acamamento dos bancos e mergulhos da ordem de 70° indicativos de intensa atividade póstuma dos falhamentos desta área (foto 28).

Em todas as áreas de ocorrência a Formação Aprazível repousa discordantemente ora sobre as Formações Trapiá e Massapê, ora sobre os vulcanitos da Formação Pacujá ou sobre os flancos do granito Meruoca-Rosário. Ocorre invariavelmente na forma de mantos irregulares de espessura variável desde poucas dezenas de metros, ao longo da BR-222 até valores de 200-250 metros, ao sul da fazenda Barra (foto 26). Na maioria das áreas de ocorrências esta unidade encontra-se bastante erodida, reduzida a testemunhos das acumulações originais.

d - Petrografia

A Formação Aprazível é constituída essencialmente por ortoconglomerados grosseiros, polimíticos, mal classificados e normalmente não estratificados. São sedimentos extremamente grosseiros, incluindo blocos com diâmetro variando desde alguns centímetros até 1 metro, dominando a faixa entre 10-30 cm. Estes elementos são geralmente bem rolados e subangulosos, e constituem uma perfeita amostragem de todos os tipos de rochas pré-Aprazível ocorrentes na área, a saber, gnaisse, xistos e filitos do embasamento, ardósias, quartzitos e calcário do Grupo Bambuí, arenitos arcoseanos e conglomerados das Formações Pacujá e Massapê e principalmente blocos de rochas vulcânicas incluindo, espilitos vitrofíricos, diabásios, gabros, dacitos, riolitos etc. e blocos dos granitos

Mucambo e Meruoca-Rosário. As fotos 27 e 28 mostram a grande variação granulométrica e textural da Formação. Apresentam-se geralmente bem compactados e duros e nas zonas próximas aos grandes falhamentos são comuns evidências de silicificação além de faixas miloníticas bem desenvolvidas.

A matriz é grosseira, dominando elementos entre 1-2 mm de composição arcoseana e de coloração cinza amarelada a rósea e cinza-esverdeada. Em algumas áreas observa-se matriz escura, quase preta, de natureza pelítico-carbonática, e mais raramente, matriz arenosa.

Amostras dos afloramentos tipos desta Formação na área de Aprazível revelaram ao microscópio matriz fina, constituída por material pelítico recristalizado, incluindo clorita, sericita, biotita, epidoto, além de abundante carbonato. Distinguem-se ainda na matriz fragmentos angulosos de quartzo e feldspatos, estes por vezes bem preservados.

Nos afloramentos da BR-222, cerca de 5 km de Sobral, e na estrada Sobral-Jordão observa-se maior presença de blocos de rochas vulcânicas e do granito Meruoca-Rosário, imersos em matriz arcoseana grosseira. Amostras coletadas próximo a zonas de falhas revelam ao microscópio textura clástica granular com cataclase, muito irregular, alternando-se áreas de grãos detríticos grosseiros com material finamente pulverizado em faixas retilíneas (microfalhas). A composição inclui quartzo, feldspatos (ortoclásio, microclina, plagioclásio) por vezes bem preservados e secundariamente clorita, sericita, óxidos de ferro, titanita, apatita, leucoxênio.

Nas ocorrências da Formação Aprazível na área da lagoa Bodega os constituintes principais dos conglomerados são blocos de filito, clorita-talco-xisto, quartzitos e arcóseos da Formação Pacujá. Fragmentos de rochas vulcânicas tão comuns na área clássica da Formação não foram encontrados nesta região. A matriz é geralmente pelítica e bastante endurecida.

e - Tectônica

A Formação Aprazível praticamente não foi afetada pela tectônica quebrável generalizada e característica do graben Jaibaras e adjacências. Nesta região, aparece sempre em posição sub-horizontal, recobrando discordantemente as unidades mais antigas. Reativações póstumas associadas maiormente ao lineamento Sobral-Pedro II atingiram esta Formação, originando faixas miloníticas e cataclásticas e aparentemente, provocando a única estrutura dobrada de âmbito regional da bacia Jaibaras, a sinclinal da fazenda Pé da Serra. Esta estrutura já comentada em capítulo anterior afetou, ainda que parcialmente, a Formação Aprazível, no trecho da estrada Sobral-Jordão.

Na área da zona de cisalhamento Jaguarapí, observa-se um comportamento tectônico bastante diverso, com a Formação Aprazível fraturada e basculada fortemente, exibindo mergulhos da ordem de 30-40° para NW.

f - Ambiente de Sedimentação

As características petrográficas e o condiciona

mento tectônico da Formação Aprazível definem esta unidade lito-estratigráfica como típicos fanglomerados depositados em cones aluviais ao longo de linhas de falhas ou escarpas de qualquer natureza. São depósitos continentais que revelam a ocorrência de relevo com grandes desniveis.

A Formação Aprazível depositada quando os esforços tectônicos na bacia já se encontravam bastante atenuados, assinala o derradeiro episódio do estágio de transição no processo de consolidação da plataforma na região noroeste do Ceará.

4.4 - PALEOZÓICO DA BACIA DO MEIO NORTE

4.4.1 - Formação Serra Grande - (SDsg)

4.4.1.1 - Definição

Foi H.L. Small que criou o termo "Série Serra Grande", englobando arenitos, conglomerados e o calcário que aflora na região de Ubajara, no Ceará, in Kegel (op. cit.), atribuindo-a inicialmente idade cretácica, modificada posteriormente para carbonífera.

Esta classificação foi mantida por Plummer e Campbell, (op. cit.). Este último, dividiu a Formação Serra Grande em duas partes: camadas Cabeças, na parte superior, e camadas Ipu, na secção basal, considerando-as mais modernas que a Formação Pimenteiras, seguindo as idéias de Plummer. Nos perfis das margens oriental e meridional da Bacia, Kegel (op. cit.), observou que a Formação Pimenteiras se sobrepunha à Serra Grande, contrariamente a relação estratigráfica original postulada por Plummer, e dividiu-a nos membros Picos (superior) e Itaim (inferior). Blankennagel, (op. cit.), adotou o esquema geral estabelecido por Kegel, porém incluiu o Membro Itaim no tôpo da Formação Serra Grande.

Neste relatório denominamos de Formação Serra Grande todo o pacote de arenitos grosseiros e conglomerados, com ocasionais intercalações de argilitos e siltitos, que afloram na escarpa da Serra da Ibiapaba, formando bancos espessos, repousando discordantemente sobre o substrato cristalino, com

tituído de xistos, quartzitos, migmatitos, granito e os meta-sedimentos dos Grupos Bambuí e Jaibaras.

4.4.1.2 - Área de Ocorrência

A Formação Serra Grande aflora nas folhas Ipu e Frecheirinhas, limitada a leste pela escarpa da Serra da Ibiapaba, formando uma faixa contínua e regular, de direção N.NO-S.SE, desde a região de Tianguá até Angelim. No trecho Angelim-Ipu os arenitos da secção basal da Formação foram afetados pela reativação pós-devoniana do falhamento Sobral-Pedro II, originando-se blocos basculados e justapostos, de direção NE-SO, projetados na direção NE. Uma relíquia da secção basal aflora ainda a NE de Santana do Acaraú, em um graben alongado de direção NE-SO, encaixado entre rochas cristalinas, resultante também da reativação do sistema Sobral-Pedro II. Tal ocorrência distante aproximadamente 60 km da borda atual da Bacia, documenta a existência de um eixo de sedimentação de Ipu, para NE, Aguiar (op. cit.), em direção ao litoral.

4.4.1.3 - Modo de Ocorrência

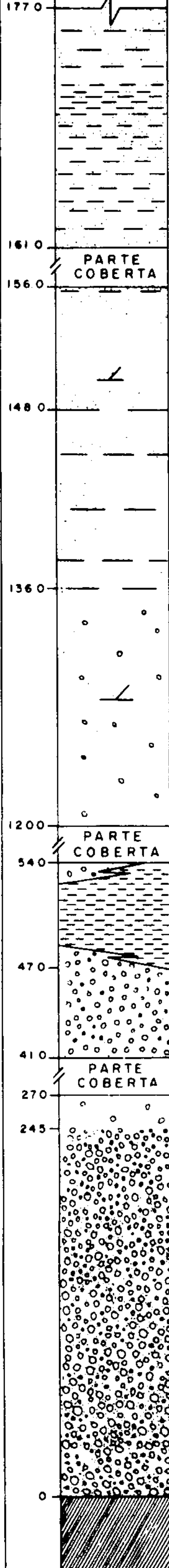
De modo geral os arenitos grosseiros e conglomerados da Formação Serra Grande formam bancos espessos na escarpa da serra da Ibiapaba, quase sempre diaclasados e expostos em paredões com até 180 m de altura (foto 4). Em alguns níveis é bem distinto o acamamento em estratos de 3cm até 2 metros ou mais de espessura. A separação desses bancos é propor

LOCALIZAÇÃO		FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
CAIÇARA - IBIAPINA		FRECHEIRINHA SA-24-Y-C-VI	SETEMBRO/1972	1:800	23
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO SUPERIOR	SERRA GRANDE	JB-389	164.0	P. COBERTA	
			160.5		Arenito cinza claro e esbranquiçado, grã fina à média, friável, arcoseano, finamente estratificado, com finas camadas intercaladas de argilito cinza, friável.
			132.0		Arenito cinza claro, grã fina, textura homogênea, em camadas maciças de 30-40cm de espessura.
			100.0		Arenito cinza claro, fino a médio, textura homogênea, mui consistente, intercalado com lentes de folhelho cinza esverdeado, micáceo, finamente laminado, físsil, passando na parte superior para siltito argiloso, finamente estratificado.
			96.0		Arenito cinza claro, conglomerático, maciço, consistente, arcoseano, finamente estratificado, com finos leitos intercalados de argilito micáceo, friável, passando a grosseiro na parte superior, caulínico, em camadas maciças de 40-50cm de espessura, separados por finos leitos argilosos.
			56.5		Arenito cinza esbranquiçado, grosseiro, pouco friável, maciço, arcoseano, cimento caulínico, em camadas maciças de 1.50 a 2.00m de espessura.
			44.0		Arenito cinza esbranquiçado, médio a grosseiro, pouco arcoseano, fechado, caulínico, micáceo, com finas camadas de argilito creme claro, micromicáceo, friável.
			36.5		Arenito cinza claro, grã fina à média, maciço e parte com estratificação incipiente, horizontalizada, micromicáceo, consistente.
			34.0	P. COBERTA	
			30.5		Arenito cinza esbranquiçado, grã média a conglomerática, com grânulos e seixos de quartzo e feldspato caulínizado, em quantidade subordinada, subangulosos, mui caulínico, maciço, localmente com estratificação cruzada.
20.5		Arenito creme claro, grosseiro, maciço, friável, caulínico, com leitos intercalados de conglomerado, composto de seixos e calhaus de quartzo e feldspato caulínizado, em uma matriz arenosa, grosseira, friável, pouco caulínica, maciça e em parte com acamamento insipiente.			
15.0		Conglomerado basal, constituído de seixos e calhaus de quartzo e feldspato subordinado, subarredondados, dispersos em uma matriz arenosa, grosseira, maciça, friável, um pouco caulínica.			
0		Ardósia cinza claro, micácea, com intercalações de camadas delgadas de metasiltito, bastante fraturados.			

Cálculo das espessuras baseada em leituras altimétricas (aprox.1m), com as correções das variações barométricas.

LOCALIZAÇÃO					FOLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
IPU - MACAMBIRA					IPU SB-24-U-A-III	OUTUBRO / 1972	1: 2000	21
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	JB 361	535.0	PARTE COBERTA				
			519.0		Arenito cinza claro e esbranquiçado, fino a médio, parte conglomerático, micáceo, caulínico, friável, em bancos maciços de 40-50cm de espessura, localmente com estratificação cruzada.			
			484.5	P. COBERTA				
			428.5		Arenito cinza claro, grosseiro, friável, em camadas maciças de até 80cm de espessura, caulínico, alternando com camadas delgadas conglomeráticas, parte com estratificação cruzada.			
			407.5	P. COBERTA				
			399.5		Arenito cinza claro, grosseiro a conglomerático, caulínico, friável, em camadas maciças de 20 a 80 cm de espessura.			
			397.5	P. COBERTA				
			368.0		Conglomerado constituído essencialmente de seixos e calhaus de quartzo, subangulosos, dispersos em matriz arenosa, grosseira, maciça, caulínica, friável, as vezes exibindo estratificação cruzada, passando a arenito conglomerático na base.			
			348.5	P. COBERTA				
			343.5		Arenito conglomerático, em camadas maciças de 80cm, friável, pouco caulínico, contendo níveis de conglomerado intercalados, com seixos subangulosos de quartzo.			
			319.0	P. COBERTA				
			309.3		Arenito cinza claro, grosseiro a conglomerático, maciço, friável, pouco caulínico.			
			299.5	P. COBERTA				
			263.5		Arenito cinza esbranquiçado, médio a grosseiro e conglomerático, caulínico, friável, em camadas maciças de 80 a 100 cm.			
231.5	P. COBERTA							
224.5		Arenito grosseiro a conglomerático, creme claro, caulínico, com bancos maciços de 0.60 a 2.50m, mui friável, passando a conglomerado na parte superior, com seixos subangulosos de quartzo e subordinadamente de feldspato caulínico; e na parte inferior, são comuns intercalações de argilito arenoso, cinza esbranquiçado, maciço, mui friável.						
171.5		Arenito branco, grã média a conglomerática, mui caulínico, em camadas maciças de 30 a 40cm, friável, com intercalações alternadas de argilito branco, friável, maciço, mui pouco arenoso.						
155.5		Arenito conglomerático, branco e avermelhado claro, friável, pouco caulínico, mosqueado de vermelho de óxido de ferro, em bancos maciços, horizontalizados, de 6 a 8m de espessura.						
121.0	P. COBERTA							
115.0		Arenito conglomerático, branco, com intercalações de arenito de grã média, friável, mui caulínico, passando na parte inferior para arenito róseo, arcoseano, em camadas maciças de 2 a 3m de espessura.						
93.5		Conglomerado constituído de grânulos e seixos subangulosos de quartzo e feldspato caulínico, consistente, acamamento indevido.						
90.5		Arenito róseo, arcoseano, consistente, maciço, constituído predominantemente de grãos subarredondados de feldspato e quartzo subordinado.						
44.5		Conglomerado basal, com bancos maciços de 10 a 15m, horizontalizados, com seixos e calhaus de quartzo, subarredondados, em uma matriz arenosa, grosseira, mui consistente.						
0	CL 724				Migmatito heterogeneo, epibolítico, bastante alterado, com veios de quartzo leitoso.			

Cálculo das espessuras baseada em leituras altimétricas (aprox. 1m), com as correções das variações barométricas.

LOCALIZAÇÃO		FÓLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
SÃO JOAQUIM - SÃO BENEDITO		IPU SB-24-V-A-III	OUTUBRO/1972	1:5000	22
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLOGICA
EO-CAM BRIANO	TRAPIÁ		177.0		<p>Arenito creme claro, fino, siltico-argiloso, em camadas maciças de 40-50 cm, horizontalizadas, separadas por finas camadas de arenito fino, friável, micáceo.</p> <p>Siltito creme claro, arenoso, consistente, em camadas maciças de 80 cm, horizontalizadas.</p> <p>Arenito creme, siltico, fino, friável, bem classificado, finamente estratificado com siltito creme argiloso friável.</p> <p>Arenito creme, siltico-argiloso, caulínico, fechado, consistente, em camadas maciças de 40-50 cm, separadas por finas camadas de argilito creme, friável.</p>
			161.0	PARTE COBERTA	
			156.0		
			148.0		<p>Arenito creme claro, grã fina a média, acamamento incipiente, em bancos de 2.0 a 2.5 m de espessura, horizontalizados, as vezes com estratificação cruzada, separados por fina camadas de arenito fino, friável, micáceo e argilito caulínico, friável, em camadas lenticulares de 5-15 cm de espessura.</p>
			136.0		<p>Arenito cinza e parte róseo, grosseiro a conglomerático, maciço, com grãos e grânulos de quartzo e feldspato caulinizado subordinado, com níveis mostrando estratificação cruzada.</p>
			120.0	PARTE COBERTA	
			94.0		<p>Folhelho cinza claro, maciço a sub-laminado, consistente, pouco físsil.</p>
			47.0		<p>Conglomerado constituído essencialmente de seixos de quartzo, subangulosos, distribuídos homogêneamente em uma matriz arenosa grosseira, localmente manganífero.</p>
			41.0	PARTE COBERTA	
			27.0		<p>Arenito vermelho claro, grosseiro a conglomerático, com grânulos de quartzo e feldspato caulinizado subordinado, maciço, friável.</p>
			24.5		<p>Conglomerado constituído de seixos subarredondados de quartzo e feldspato caulinizado subordinado, maciço, friável a pouco consistente.</p>
			0		<p>Termometamorfitos da formação Trapiá.</p>

Calculo das espessuras baseada em leituras altimétricas (aprox. 1m), com as correções das variações barométricas

cionada por finos leitos argilosos ou siltosos, ou mesmo de arenitos finos mais friáveis. Em escala regional, esses leitos ou camadas mais brandas propiciaram a formação de dois ou mais patamares escalonados, começando da cuesta frontal para o interior da Bacia, notadamente no trecho Várzea do Giló-São Benedito.

A secção aflorante mais espessa da Formação, corresponde ao perfil Ipu-Macambira, onde foram medidos 535 metros de sedimentos predominantemente macroclásticos (vide figura 21). Ao norte do lineamento Sobral-Pedro II há um adelgaçamento gradual da espessura da Formação Serra Grande, reduzida a apenas 177 m na secção São Joaquim-São Benedito, (figura 22) e 164 metros na secção Caiçara-Ibiapina (figura 23).

A Formação Serra Grande condiciona um típico relevo cuestiforme, com a escarpa voltada para leste e o reverso para oeste, em direção ao centro da Bacia, em concordância com o mergulho das camadas. A drenagem é pouco densa, denunciando uma forte infiltração subterrânea e os rios são sempre consequentes.

4.4.1.4 - Caracteres petrográficos

Litologicamente, a Formação Serra Grande se caracteriza por arenitos grosseiros e conglomerados, com ocasionais intercalações de folhelhos e siltitos.

A secção medida mais completa é aquela de Ipu a Macambira (fig. 21), com 535 m de sedimentos a partir do contato com o embasamento. Logo acima do contato, em discordância angular e de erosão, repousa um conglomerado basal, que informalmente denominamos de conglomerado Ipu, num sentido mais restrito que o termo "camadas Ipu" usado por Campbell (op. cit.), para definir os primeiros 530 m da secção por ele medida a oeste de Ipu. A localidade tipo é a exposição na base da escarpa, na queda d'água, 5 km a noroeste daquela cidade. Ali afloram aproximadamente 30 m de conglomerado grosseiro, com seixos rolados de quartzo e secundariamente de feldspato caulinizado, dispersos desordenadamente em uma matriz arenosa, grosseira, maciça, mui consistente e de tom castanho claro. Faltam completamente seixos de rochas cristalinas. Acima do conglomerado basal, seguem-se camadas de arenitos grosseiros, arcoseanos, menos consistentes, maciços, formando bancos espessos, alternando com camadas de 10 a 20 cm de conglomerados com seixos de quartzo e mais raros de feldspato, de 1 a 2 cm de diâmetro. Nos arenitos predominam os tons róseo e vermelho claro, passando a creme-amarelado nas partes superiores da secção, e esbranquiçados, quando o cimento torna-se mais caulínico. A partir da cota 830 m aparecem os primeiros arenitos finos associados a siltitos, finamente estratificados, friáveis a pouco consistentes, creme-amarelados ou cinza claros, correlacionáveis ao Membro Itaim de Kegel. Os arenitos e conglomerados formam bancos espessos, de 1 a 8 m de espessura, quase sempre diaclasados, englobando esporadicamente camadas com estratificação cruzada do tipo tabular e em cunha, em diversos níveis estratigráficos da secção.

Na ocorrência a NE de Santana do Acaraú, aflora um conglomerado basal, mui quebrado e movimentado pela reativação do lineamento Sobral-Pedro II, com as mesmas características litológicas do conglomerado Ipu. Isto reforça a idéia de um eixo principal de sedimentação, Aguiar (op. cit.), passando por Ipu e Santana do Acaraú.

Ao norte do lineamento Sobral-Pedro II, a cota do topo do embasamento é mais elevada, oscilando entre 600 e 640 m, e falta completamente o conglomerado Ipu. No perfil da escarpa em São Benedito a sequência começa aos 602 m, por uma camada de conglomerado grosseiro, estratigraficamente acima do conglomerado Ipu, seguido de arenitos grosseiros, por vezes conglomeráticos, de diversos matizes. Os clásticos mais finos, de arenitos e siltitos, começam a partir da cota de 775 m. Provavelmente, essa fácies mesoclástica deve corresponder ao Membro Itaim de Kegel.

4.4.1.5 - Idade e Paleontologia

Foi Small quem primeiro referiu a Formação Serra Grande ao Carbonífero, até então considerada do Cretáceo, por Gardner, Crandall, Williams e outros, in Campbell, (op. cit.). O arenito Jaicós descrito e referido por Plummer ao Cretáceo, foi correlacionado por Caster, in Blankennagel (op. cit.), ao arenito Furnas do Devoniano da Bacia do Paraná. Campbell, entretanto, correlacionou o arenito Jaicós de Plummer à secção basal da Formação Serra Grande, e concordando com a idéia de Small, atribuiu-lhe idade carbonífera, con-

siderando-se sobreposta à Formação Pimenteiras do Devoniano.

Kegel (op. cit.), em seu estudo sobre o Devoniano da Bacia do Parnaíba, considerou só a secção basal de arenitos grosseiros e conglomerados como pertencendo à Formação Serra Grande. A secção superior, de arenitos finos com intercalações de siltitos e folhelhos, chamou de Membro Itaim da Formação Pimenteiras, com fósseis datados do Devoniano inferior. Considerando a concordância das camadas devonianas com os arenitos grosseiros e conglomerados ("Formação Serra Grande"), atribui idade siluriana superior à devoniana inferior para estas camadas basais.

Müller fez o primeiro estudo palinológico da Bacia em testemunhos de poços perfurados pela PETROBRÁS no Maranhão, e estabeleceu o zoneamento bioestratigráfico, baseando-se na presença e distribuição estatística de certos tipos de pólenes, in Aguiar, (op. cit.), e Brito & Santos (1965). Para os sedimentos paleozóicos da Bacia, reservou as zonas I a T. De acordo com esse zoneamento, as partes inferior e média da Formação Serra Grande contém pólenes da zona T, do Siluriano superior, correlacionados à biozona da Formação Trombetas da Bacia Amazônica, também siluriana, in Aguiar (op. cit.). E a parte superior da Formação, com pólenes da zona S, pertencente ao trânsito Devoniano inferior/Siluriano superior, correlacionada à parte inferior da Formação Maecuru, do eo-Devoniano da Bacia Amazônica.

Brito & Santos (op. cit.) encontraram em testemunhos de poços do Maranhão, microfósseis do gênero *Leiofusa*

na parte superior da Formação, correlacionados à zona T de Muller, com algumas espécies comuns à Formação Trombetas, da Bacia Amazônica e às camadas do Devoniano da Série Jatobá, de Pernambuco.

Fica assim comprovada a idade Devoniano inferior/Siluriano superior para a Formação Serra Grande, que neste relatório inclui além dos arenitos grosseiros da porção basal, os arenitos finos das partes média e superior.

4.4.1.6 - Ambiente de Sedimentação

De acordo com o desenvolvimento paleogeográfico da Bacia, a porção basal da Formação marca o início da ingressão marinha, inicialmente restrita às partes mais baixas do cristalino, tornando-se pouco a pouco mais generalizada. O caráter grosseiro dos arenitos e conglomerados, observado por toda a secção inferior, indica condições de águas rasas e agitadas, em ambiente nerítico, com abaixamento rápido e contínuo da bacia de sedimentação, que só atingiu profundidades maiores na fase final da Serra Grande, com a sedimentação mais estável dos arenitos finos.

O conglomerado Ipu caracteriza o clima semi-árido reinante na época da invasão marinha, com intemperismo fraco, que só produziu uma leve alteração nos feldspatos. Já no fim da deposição da secção basal, o clima se modificou, passando a quente e úmido ou semi-úmido, impondo uma alteração química mais vigorosa às rochas cristalinas das margens da



bacia. A ausência de fósseis na borda leste e nordeste da Bacia parece refletir o quimismo da água, pouco favorável ao desenvolvimento de uma fauna mesmo incipiente.

4.5 - COBERTURAS CENOZÓICAS

4.5.1 - Formação Camocim - (Tc)

4.5.1.1 - Definição

As camadas sedimentares pós-cretáceas ocorrentes ao longo de toda a costa do nordeste oriental e no litoral norte, até a região amazônica, com exceção da Formação Pirabas, são genericamente referidas na literatura como Formação ou Grupo Barreiras. Em que pese a confusão observada na interpretação estratigráfica deste Grupo e das formações que o compõem, é notória a existência de uma grande semelhança, em todos os perfis descritos, de suas características sedimentológicas e texturais. São sedimentos inconsolidados e friáveis, argilo arenosos, incluindo desde níveis conglomeráticos grosseiros até argilas puras, mal classificadas, de cores fortes e variegadas e que ocorrem como extensas capas de cobertura sobre o substrato pré-Cambriano ou dos sedimentos cretácicos.

Na costa norte do Ceará, entre o vale do rio Acaraú e a região de Chaval, ocorre uma formação sedimentar de cobertura, que pelas suas características litológicas, estruturais e posicionamento estratigráfico não encontra similar nos perfis conhecidos do Grupo Barreiras, constituindo uma unidade nova e ainda não descrita na geologia cenozóica do nordeste, para a qual propomos a denominação de FORMAÇÃO CAMOCIM.

A Formação Camocim, na forma aqui definida, corresponde a um conglomerado grosseiro constituído de seixos centi

métricos de quartzo, geralmente bem rolados, com cimento late rítico extremamente duro e compacto, que ocorre desde o lito- ral até penetrações de 50 km para o interior, como uma capa horizontal, de espessura irregular, com valores máximos estima dos da ordem de 20 metros, repousando sobre uma superfície de erosão do cristalino ou das formações do Grupo Jaibaras. Seu afloramento e perfil típico corresponde a falésia na barra da baía de Camocim, na praia do Farol, nos arredores da cidade que empresta seu nome a nova formação (foto 29).

4.5.1.2 - Área de Ocorrência

A Formação Camocim ocorre conspicuamente ao longo da faixa costeira nas folhas Camocim, Bitupitá e Acaraú, na forma de pequenas falésias, com exemplo maior na barra de Camocim. Estende-se para o interior como uma capa descontínua, consequência da destruição parcial pela retomada erosiva, com as melhores exposições e áreas de afloramento na região de Martinópolis-Jaguarapí e nos arredores de Itacolomy. O posicionamento horizontalizado da Formação Camocim aliado a sua pequena espessura e o recobrimento permanente dos sedimentos do Grupo Barreiras, limitam as áreas de afloramento desta unidade as escarpas dos tabuleiros e as restritas faixas de desnudação daqueles sedimentos. Desta forma as áreas mapeáveis desta unidade na escala adotada são bastante reduzidas, o que pode sugerir uma idéia falsa de sua extensão de ocorrência. De acordo com as observações de campo, quase toda a área mapeada do Grupo Barreiras nas folhas Granja e parte das folhas Bela Cruz e Chaval, corresponde a área recoberta da Formação

Camocim. Esta nova unidade estratigráfica é facilmente reconhecida no perfil ao longo da rodovia CE-7, no trecho Itacolomy-Camocim, e entre os quilômetros 315-317 da Rede de Viação Cearense, próximo a estação de Martinópolis.

4.5.1.3 - Modo de Ocorrência

Em toda a área de ocorrência a Formação Camocim caracteriza-se essencialmente por uma disposição horizontal, formando uma cobertura contínua sobre a superfície de erosão profundamente intemperizada do embasamento cristalino e mais raramente, sobre representações das Formações Pacujá e Aprazível na área de Jaguarapí e do riacho Sairí. É recoberta por sua vez por sedimentos do Grupo Barreiras constituídos por material argilo-arenoso mal classificado e de cores predominantes avermelhadas, e por areias claras inconsolidadas, que preenchem paleo-canais e ravinamentos entalhados na Formação Camocim, denunciando a existência de uma superfície de erosão pré-Barreiras, (foto 30). Apresenta-se geralmente na forma de bancos espessos e contínuos sem estratificação evidente. No afloramento tipo, observa-se o desenvolvimento de um padrão de estratificação cruzada grosseira, denunciando uma grande instabilidade e variação das condições locais de deposição. As espessuras medidas da Formação Camocim alcançam os valores máximos na faixa de 15 a 20 metros no afloramento tipo e em alguns perfis, na área de Martinópolis. Observa-se claramente uma dependência da espessura desta unidade das ondulações do paleo-relevo por ela inhumado. Estimamos valores na faixa 8-10 metros como sua espessura média.

Morfologicamente, corresponde ao suporte das pequenas escarpas e formas de relevo remanescentes entalhadas em superfície correlacionável ao aplainamento do ciclo Velhas, cujo exemplo mais característico é a pequena chapada de Martinópolis e os testemunhos isolados que a circundam.

A Formação Camocim forma ainda o sustentáculo do lado oeste da baía de Camocim, onde se encontra sob ataque da erosão marinha, modelando-se em falésia viva (foto 29). Nas restritas áreas exumadas, esta formação abriga uma capa vegetal densa, de médio porte em nítido contraste com o tipo de vegetação rasteira prevalecente na região.

4.5.1.4 - Características Petrográficas

Uma extrema monotonia litológica caracteriza a Formação Camocim em todas as suas áreas de afloramento. É constituída por um ortoconglomerado grosseiro, oligomítico, de elevada maturidade, cimentado por material laterítico sílico-ferruginoso de cores marrom, castanho e vermelho, extremamente duro e compacto. Os seixos de quartzo e quartzito maciço podem alcançar até 8-10 cm de diâmetro, predominando no entanto dimensões na faixa de 2-3 cm. Na área de Camocim e em toda a faixa costeira, observa-se uma classificação regular do material com um pronunciado arredondamento dos grãos (foto 31). Mas, para o interior, nas áreas de Martinópolis e Itacolomy, o conglomerado é extremamente mal classificado, predominando elementos angulosos e sub-angulosos (foto 32).

Apesar da participação subordinada em termos de volume, a matriz deste conglomerado, pelo grau de dureza que confere a rocha, constitui sem dúvida elemento distintivo, que o singulariza das demais unidades cenozóicas do Nordeste. Trata-se de um material laterítico extremamente ferruginoso, sendo que em algumas áreas, por exemplo em Jeriquaçu, observa-se a dominância de material silicoso na matriz.

Distinguimos na matriz uma fração detrítica, composta de areia quartzosa e uma fração química, que constitui o cimento, resultante da deposição e fixação de material laterítico silico-ferruginoso.

4.5.1.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação

A ausência de fósseis na Formação Camocim bem como nas camadas do Grupo Barreiras que lhes sobrepõe, reedita na área a conhecida problemática do posicionamento no tempo das formações cenozóicas do Nordeste. A tranquilidade tectônica da Formação Camocim, que não foi afetada pela derradeira fase de reativação de falhamentos documentada no Nordeste, como do fim do Cretáceo, situa esta unidade em épocas cenozóicas. O limite superior, é balizado pela idade do Grupo Barreiras, que recobre sem solução de continuidade esta unidade e a Formação Pirabas, de idade miocênica inferior, na região a oeste de Chaval.

O fato dos conglomerados Camocim não ocorrerem em áreas da Formação Pirabas e vice-versa, coincidindo este limite com o alto topográfico representado pelo maciço grani-

tóide de Chaval, a oeste da área referida neste volume, sugere uma deposição contemporânea das duas formações, apesar da sua diversidade litológica e ambiental. Temos ainda a considerar, que ambas formações foram afetadas pela mesma fase de laterização, que antecedeu a deposição do Grupo Barreiras.

Assim sendo, julgamos razoável atribuir à Formação Camocim a mesma idade da Formação Pirabas, isto é, Mioceno inferior. Em termos de evolução morfoclimática a Formação Camocim representa um extenso pedimento retrabalhado, relacionado ao aplainamento generalizado do Nordeste do fim do Oligoceno, início do Mioceno.

Sobre este pediplano, depositaram-se extensas cascalheiras, entulhando os paleo-vales de uma drenagem divagante e temporária, modelada em amplas calhas. A natureza do conglomerado Camocim, constituído exclusivamente por blocos de quartzo, indica a atuação na época de uma fase de intemperismo químico de grande intensidade, destruindo totalmente as litologias lábeis. O constante retrabalhamento do material propiciou uma melhor seleção e arredondamento dos seixos de quartzo nas áreas de deposição próximo a costa em contraste com o caráter anguloso dos seixos depositados nas regiões interiores, por exemplo, na região de Itacolomy-Paula Pessoa. Nos afloramentos da Praia do Farol em Camocim, distinguem-se claramente frequentes truncamentos em bancos com estratificação cruzada, denunciando mudanças bruscas no sentido das correntes, típicas de um vigoroso regime torrencial.

A cascalheira de cobertura, formando um extenso pediplano detrítico, emerso no fim do Mioceno, foi afetada por um profundo processo de laterização da matriz, caracterizando assim a intensa evaporação na peneplanície entalhada por uma drenagem escassa, permeada por "inselbergs" parcialmente desnudados. Tal ciclo, afetou toda a região de rochas cristalinas, sequência paleozóica e a capa do calcário Pirabas. A idade é balisada pela cobertura plio-pleistocênica que não foi afetada pela laterização. O hiato, que separa os períodos Camocim e Barreiras é relativamente curto, permanecendo virtualmente inalterada a peneplanície Camocim, acima da qual depositaram-se concordantemente as coberturas do Grupo Barreiras, separadas apenas por leve disconformidade de erosão.

4.5.2 - Grupo Barreiras Indiviso - (TQb)

4.5.2.1 - Definição

O termo "BARREIRAS" foi usado por Branner, em 1902, quando se referiu aos sedimentos variegados, inconsolidados, que ocorrem de forma contínua por toda faixa costeira desde o Estado do Rio de Janeiro até a foz do Amazonas. O nome, que originalmente significava uma forma topográfica, passou a ser referido como termo estratigráfico em todas as áreas de ocorrência. Litologicamente, pode variar desde argilas a conglomerados, de diversos matizes. A espessura e a penetração para o interior também podem variar muito de lugar para lugar. Tanto pode formar falésias no litoral como

se apresentar parcialmente dissecada e recoberta por sedimentos mais recentes de praia ou aluviões. Assenta discordantemente ora sobre rochas do embasamento cristalino, ora sobre sedimentos cretáceos ou terciários das bacias costeiras.

Outras denominações foram usadas para essa sequência. Oliveira & Leonardos, (op. cit.), reúnem depósitos costeiros sob o nome de "Série Barreiras". Oliveira & Andrade Ramos (1956), chamaram "Formação Barreiras" aos mesmos sedimentos na costa norte do Recife. Esta designação foi adotada pela PETROBRÁS nos trabalhos de exploração desde a costa norte até o Espírito Santo. Kegel (1957), restringiu o termo "Formação Barreiras" na região costeira do Rio Grande do Norte, às camadas variegadas superiores, e "Infra-Barreiras", às camadas de areias argilosas e caulínicas da base. Bigarella & Andrade (1964), estudaram alguns perfis em torno de Recife, e propuseram o termo "Grupo Barreiras", incluindo uma sequência inferior, denominada de Formação Guararapes, e sobre esta, depositada em discordância erosiva, a Formação Riacho Morno, correlacionada à Formação Barreiras de Kegel.

Campos (1969), discerniu mais duas formações na região de Natal, recobrando a Formação Riacho Morno de Bigarella & Andrade e separada por outra disconformidade de erosão. São as formações Macaíba, inferior, e Potengi, na parte superior. Mabesoone et alii (1972), em pesquisas na faixa costeira do nordeste ocidental contestaram a existência das Formações Riacho Morno e Potengi, definindo-as como meras capas de intemperismo das formações subjacentes, respectivamente, Guararapes e Macaíba.

Na área do Projeto Jaibaras, adotou-se o termo Grupo Barreiras indiviso para definir os sedimentos inconsolidados, afossilíferos, que ocorrem praticamente por toda a faixa costeira. Consistem essencialmente de areias limpas, de coloração creme-amarelada e avermelhada, acamamento indistinto, correlacionadas com reservas à Formação Macaíba, e uma capa de areias claras, provavelmente correspondente à fase de intemperismo Potengi ou mais recente. Faltam completamente as camadas variegadas características do Grupo.

4.5.2.2 - Área de Ocorrência

O Grupo Barreiras ocorre em uma faixa quase contínua de tabuleiros arenosos ao longo do litoral, suavemente inclinados para o mar, limitados no lado sul por uma linha de pequenas escarpas de contorno irregular. Ocupa quase toda a folha de Acaraú e Camocim além de grandes extensões das folhas Granja e Bela Cruz, mormente nesta última.

As melhores exposições na faixa costeira, correspondem as pequenas falésias sublitorâneas de 5 a 10 metros de altura, recobrando os conglomerados lateríticos da Formação Camocim, cujo melhor exemplo se encontra na praia do Farol, em Camocim (foto 29); ou assentando diretamente sobre o embasamento cristalino como ocorre a leste da ponta de Jeriquaquara (foto 33). Para o interior, as áreas de ocorrências dos sedimentos do Grupo Barreiras alargam-se conspicuamente de oeste para leste, alcançando penetrações de até 50 km ao longo do vale do rio Acaraú.

O perfil desta unidade expõe-se com frequência ao longo das linhas de escarpas que a limitam e ainda, em testemunhos isolados, bastante frequentes na região a oeste de Martinópolis.

4.5.2.3. - Modo de Ocorrência

Os sedimentos do Grupo Barreiras formam uma cobertura contínua, exumando as rochas cristalinas e os conglomerados da Formação Camocim com espessura variável em função das ondulações do paleo-relevo do substrato. As cotas do topo da unidade, que não ultrapassam 20 metros na faixa costeira, crescem gradativamente para o interior, alcançando valores entre 100 e 110 metros na região de Morrinhos. Esta superfície, basculada em direção ao mar e de fraco gradiente, nivela-se frequentemente às cotas do cristalino aplainado, repetindo na área o fenômeno da mesclagem dos "glacis" de abrasão e deposição, tão comuns nas ocorrências do Grupo, no Nordeste oriental. A superfície de deposição/abrasão referida, corresponde a um elemento geomorfológico de destaque na área do Projeto Jaibaras, informalmente denominado de Superfície Araras.

O contato dos sedimentos do Grupo Barreiras com os terrenos cristalinos e com os conglomerados da Formação Camocim, subjacentes, se faz por uma típica discordância angular/erosiva, e no segundo caso, por disconformidade erosiva (fotos 29, 30).

As espessuras máximas da unidade, da ordem de 10-20 metros na faixa costeira, alcançam valores de até 40 metros, em alguns perfis a sudeste de Morrinhos, no vale do rio Acaraú, reduzindo-se sensivelmente em áreas de cristalino elevado. São comuns "janelas" de rochas cristalinas, isoladas na superfície de coberturas cenozóicas, que apesar de não constituir ressaltos topográficos, destacam-se pelo padrão fotogeológico típico. Nas áreas de deposição da Formação Camocim, as espessuras médias do Grupo Barreiras resultam severamente reduzidas, restritas em alguns casos a uma capa delgada de areias claras inconsolidadas (foto 30).

4.5.2.4 - Características Petrográficas

Nos perfis da zona litorânea o Grupo Barreiras corresponde a um pacote de material areno-argiloso de cores vermelha e creme-amarelada, com delgados e raros níveis caulínicos. Este conjunto não estratificado, essencialmente constituído de areias média a fina granular, mal selecionada, ocasionalmente siltosa e mesmo argilosa, não raro apresenta intercalações de leitos grosseiros e conglomeráticos. Nos perfis da região de Morrinhos e Nova Cruz os leitos conglomeráticos aparecem com maior frequência e são constituídos por cascalho quartzoso grosseiro com seixos de até 5 cm, geralmente bem rolados, distribuídos em uma matriz caulínica inconsolidada. Estes leitos conglomeráticos são descontínuos e situam-se geralmente em posição mediana nos perfis, diferindo profundamente dos conglomerados endurecidos da Formação Camocim.

Sobrepondo-se aos sedimentos areno-argilosos avermelhados, ocorre uma capa contínua de areias brancas e cinza claro, limpas, regularmente selecionadas. Estes depósitos, por vezes constituem os únicos representantes do Grupo Barreiras e recobrem a superfície de erosão da Formação Camocim formando os topos dos tabuleiros, feições bem expostas no perfil Itacolomy-Granja (foto 30). Nas áreas costeiras e na região de Martinópolis, estas areias brancas parecem representar a capa intemperizada e lixiviada das camadas inferiores.

Uma correspondência lito-estratigráfica entre os elementos descritos nos perfis do Grupo Barreiras, na região do Projeto Jaibaras, com as diversas unidades definidas no Nordeste oriental, Mabesoone et alii, (op. cit.), nos parece especulativa e inviável ao nível dos conhecimentos atuais. Assim sendo, mapeamos todo o conjunto como Grupo Barreiras indiviso.

4.5.2.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação

Ainda não se encontraram fósseis nas camadas variadas em nenhuma das áreas de ocorrência do Grupo Barreiras. Na área do Projeto Jaibaras são ainda mais difíceis as condições de conservação de restos fósseis, dadas as características litológicas das areias e a pobreza de horizontes argilosos. Muitos autores têm se manifestado a respeito da idade dessas camadas, mas em caráter puramente especulativo. Desde Branner (1902), a opinião mais comum é idade pliocênica. Bigarella & Andrade, (op. cit.), relacionaram as formações Gua-

rarapes e Riacho Morno a duas fases de pediplanação do Nordeste oriental, e consideraram idade plioceno-pleistocênica para o Grupo.

Diante da impossibilidade de um posicionamento definitivo, fundamentado em bases paleontológicas, fica aberto o problema da idade dessas camadas na área mapeada. Na área a oeste do meridiano 41° , do mesmo modo que no litoral paraense, essas camadas assentam diretamente sobre os calcários da Formação Pirabas, do Mioceno Inferior, fixando assim a idade limite inferior para as camadas de cobertura. O limite superior não pode ser definido com acuidade por falta de elementos fósseis.

Parece não existir um período de tempo muito longo entre a regressão do mar Pirabas e a fase continental das areias. Isto nos leva a admitir que a fase de sedimentação continental tenha iniciado logo após o Mioceno, ou seja, no Plioceno, e continuado pelo Quaternário antigo, o que corresponde com a posição crono-estratigráfica adotada para o Grupo em outras áreas de ocorrências.

Por falta de conteúdo fóssil, os autores têm recorrido a estudos sedimentológicos para análise do ambiente deposicional das diversas formações do Grupo Barreiras, obtendo-se conclusões coerentes com o desenvolvimento paleogeográfico e paleo-climático regional. Na área do Projeto Jaibaras, onde não foram efetuadas pesquisas sedimentológicas específicas, inferências sobre o ambiente deposicional da unidade são de certa forma especulativas, baseadas em caracte -

rísticas genéricas e extrapolação dos resultados obtidos em outras regiões. Mabesoone et alii, (op. cit.), referindo-se a Formação Macaíba, enfatizam o caráter homogêneo dos sedimentos desta unidade, o que, paralelamente as semelhanças litológicas, coincide com as características do pacote sedimentar, atribuído ao Grupo Barreiras na área do Projeto Jaibaras. Estabelecem ainda que aquela formação seria resultante de sedimentação bastante rápida, em ambiente fluvial em regiões abaixadas por arqueamento do continente. Tal situação aparentemente ocorreu no noroeste do Ceará em época pós-miocênica, sucedendo a deposição da Formação Pirabas, e cujos depósitos resultantes constituem o pacote sedimentar atribuído ao Grupo Barreiras indiviso.

4.5.3 - Coberturas Intramontanas - (Qc)

Nos amplos vales confinados por cristas quartzíticas da região serrana, próximo aos flancos da Ibiapaba, especialmente, entre a serra São Joaquim e a serra da Gameleira e no flanco norte das serras da Gurguéia e da Goiana, distribuem-se pequenas mesetas profundamente dissecadas, que representam testemunhos de uma cobertura contínua, condicionada a áreas de posicionamento topográfico específico.

Litologicamente são formadas por material detrítico extremamente heterogêneo, incluindo blocos e calhaus angulosos de rochas, geralmente quartzitos e migmatitos, dispersos em matriz argilo-arenosa impura, oriundas do desmonte das escarpas confinantes dos vales. São comuns, em algumas

áreas, blocos de arenitos da Formação Serra Grande.

O topo das mesetas mostram-se geralmente inclinados, com fracos gradientes para a área central dos vales, confundindo-se com as cotas locais da superfície Araras. Tal comportamento morfológico permite situar provisoriamente estes depósitos em termos de tempo, no período de deposição do Grupo Barreiras ou em época ligeiramente posterior. Geneticamente, tais depósitos foram interpretados como fanglomerados de pé de escarpa e sua superfície de deposição inclinada, corresponde ao perfil de equilíbrio alcançado em época plio-pleistocênica entre as áreas elevadas do cristalino e o nível de aplainamento da superfície Araras.

4.6 - SEDIMENTOS DE PRAIA E ALUVIÕES

Entre os sedimentos litorâneos distingue-se uma sequência representada pelos cordões de dunas antigas, mapeada como paleo-dunas, e os sedimentos em fase ainda de formação, compreendendo as dunas móveis e os sedimentos da linha de praia.

4.6.1 - Paleo-Dunas - (Qpd)

São dunas antigas fixadas e protegidas por escassa vegetação arbustiva, rebaixadas quase ao nível dos tabuleiros pelo retrabalhamento do vento. Repousam discordantemente sobre a cobertura arenosa do Grupo Barreiras, e são em grande parte cobertas pelas dunas atuais. Encontram-se expostas notadamente nas áreas de Aranaú, Jeriquaquara e Gurui. Outras ocorrências menores se distribuem aleatoriamente ao longo de toda faixa costeira, sendo reconhecidas nas fotografias aéreas pela tonalidade mais escura, propiciada pela vegetação, em contraste com os tons esbranquiçados das dunas móveis sem qualquer cobertura vegetal, que as circundam.

Observa-se em todas as exposições uma notável concordância com a direção do deslocamento das dunas recentes, movidas de NE para SW pelos ventos predominantes de nordeste. Um pequeno hiato de tempo separa as dunas de paleo e neo formação, provavelmente relacionado a uma elevação do nível de base da planície costeira, reduzindo sensivelmente o volume das eluviões levadas pelos rios ao mar, período em que as

paleo-dunas foram reduzidas pela ação eólica.

Litologicamente, as paleo-dunas se caracterizam por areias de grã média a fina, bem classificadas, tons cinza claros, em corpos maciços, sem as estratificações cruzadas típicas dessas formações eólicas.

Outra formação litorânea, sem expressão mapeável provavelmente contemporânea das paleo-dunas, são as camadas de areias litificadas, que ocorrem de forma descontínua ao longo da plataforma de abrasão, e se definem litologicamente como areias grosseiras, mal classificadas, quartzosas, muito consistentes, formando bancos maciços ou com estratificação paralela distinta, inclinada em direção ao mar. Faltam completamente os arrecifes arenosos típicos da costa do nordeste oriental.

4.6.2 - Dunas Móveis e Sedimentos de Praia - (Qp)

Os depósitos litorâneos são constituídos essencialmente de formações de dunas e areias de praia, e estão intimamente condicionados ao desenvolvimento morfológico do litoral.

Na área objeto deste relatório, trecho onde a costa apresenta direção E-W, caracteriza-se por uma morfologia movimentada, com formação de pontões, flechas, restingas, e entrecortada por pequenas baías e ilhotas nas embocaduras dos rios. Um aspecto singular da morfologia litorânea é o escalonamento.

namento acentuado da linha de costa com pontas voltadas para NE, possivelmente retratando as estruturas subjacentes, mui bem ressaltado na ponta formada pelo maciço quartzítico de Jeriquaquara, limitado por falhas da mesma direção de escalonamento, que se repete em menor escala até a região a oeste de Camocim.

De modo geral, as dunas começam a se esboçar desde a linha de praia alta, tornando-se rarefeitas próximo às embocaduras dos rios. Em sua evolução constante para SW, projetam-se para o interior até distâncias superiores a 5 km do mar, entulhando os vales costeiros, impedindo assim os cursos d'água de atingirem diretamente o oceano, resultando na formação a montante de típicas lagoas de barragem como nos rios Tucunduba e Parazinho, ou desviando com frequência as embocaduras, em relação ao curso original, para o mar.

Litologicamente são caracterizadas por areias esbranquiçadas, quartzosas, grã fina, bem classificadas, em corpos maciços ou mostrando localmente, certo desenvolvimento estratiforme de leitos mais escuros de concentrações de minerais pesados (foto 34). As dunas ocorrem geralmente associadas, formando espigões de contornos irregulares, ou em formas de barcanas isoladas, com perfil transversal assimétrico e exibindo marcas de onda na superfície de barlavento.

Os sedimentos litorâneos depositados pelas vagas marinhas ocorrem apenas em uma estreita área na zona intertidal de toda a faixa costeira. Predomina uma fácies de areia fina, cor cinza escura, contendo restos de matéria orgânica

em decomposição e minerais escuros finamente granulados, disseminados em proporções variáveis ou formando camadas mais concentradas, intercaladas com leitos mais quartzosos. A hornblenda e a ilmenita são os minerais mais comuns, seguidos de epidoto, zircão e cianita. Lateral e localmente, as areias passam a grosseiras e conglomeráticas, contendo fragmentos de conchas recentes, mal selecionadas, originadas provavelmente do retrabalhamento dos antigos cordões de praia.

4.6.3 - Aluviões - (Qa)

Na área do Projeto Jaibaras, a leste do meridiano 41° W, as áreas das aluviões mapeáveis resumem-se praticamente aos vales dos rios Acaraú e Coreau, com representações menores em pequenas bacias isoladas, condicionadas a níveis de base locais. No vale do rio Acaraú, da região de Groairas para norte, desenvolve-se notável aluvionamento em uma faixa contínua com largura média de 1-2 km alargando-se sensivelmente a partir da cidade de Marco, até a costa, onde atinge 5-6 quilômetros de largura. As aluviões do rio Acaraú são formadas essencialmente por material inconsolidado de tonalidades cinza-escura e natureza areno-argilosa.

Constituem um nível bem definido de terraços aluviais, com cotas elevadas a quatro ou cinco metros do leito do rio, e sofrem atualmente um processo de constante destruição e retrabalhamento em função dos novos níveis de base que comandam a drenagem. As aluviões dos canais ativos dos rios são de natureza arenosa, por vezes grosseira, incluindo frequentemente blocos de rochas. Próximo à costa, a partir da

cidade de Acaraú os sedimentos aluviais correspondem a vasas escuras, fluvio-marinhas, onde se misturam materiais pelíticos e matéria orgânica em decomposição. A influência marinha condiciona ainda uma vegetação sub-aquática, típica de mangues, em contraste com os espessos carnaubais característicos de todo o resto do vale.

As áreas aluviais do rio Coreaú limitam-se a trechos do curso médio do rio a montante de boqueirões entalhados em rochas resistentes ou em linhas de falha silicificadas. De Granja para norte a intervenção marinha se faz sentir de maneira notável, propiciando a instalação de inúmeras salinas em suas margens e a formação de extensos manguesais, alagados na preamar, com sedimentos de vasa escura e abundante matéria orgânica em decomposição.

Os demais cursos d'água da região, com exceção da aqueles que drenam algumas bacias intramontanas, apresentam faixas aluviais restritas, de natureza areno-argilosa, as quais, em virtude das dimensões reduzidas não foram representadas nos mapas.



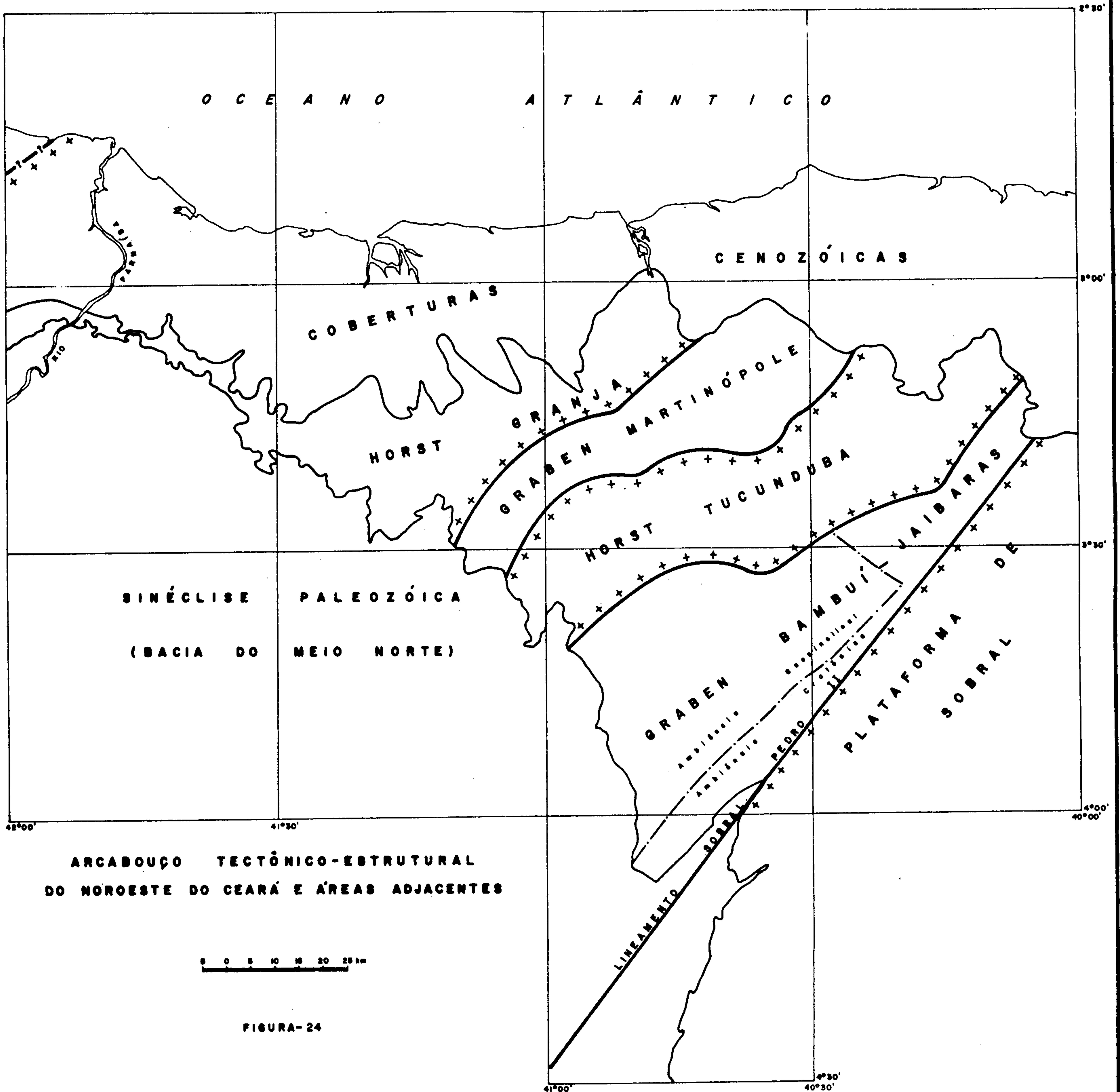
5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

O arcabouço estrutural do pré-Cambriano, na área a leste do meridiano 41° W, é essencialmente caracterizado pela dominância de grandes falhamentos, que se sobrepõem nitidamente aos elementos de uma fase anterior de tectônica plástica. As unidades lito-estruturais individualizadas correspondem basicamente a blocos tectônicos que guardam entre si nítidas diferenças em seus aspectos litológico-estruturais e grau metamórfico.

Do ponto de vista macro, o escudo pré-Cambriano, no noroeste do Ceará, estrutura-se em uma sucessão de "horsts" e grabens, geralmente orientados de nordeste para sudeste, denunciando grande mobilidade tectônica da região, nos períodos finais do pré-Cambriano e no Paleozóico Inferior, com reativações secundárias em épocas mais recentes. De norte para sul, individualizamos cinco blocos tectônicos representados no mapa da figura 24, a saber: o "horst" de Granja, que corresponde a Unidade "C" do pré-Cambriano, cujo limite norte deve corresponder a falha limítrofe da bacia Barreirinhas, já no litoral maranhense, nos limites da área do Projeto; o graben Martinópolis, preenchido pela sequência epimetamórfica da Unidade "A"; o "horst" Tucunduba, correspondente às sequências migmatíticas e quartzíticas da Unidade "B" do pré-Cambriano; o graben Bambuí-Jaibaras, ocupado pelas sequências epimetamórficas e sedimentares dos Grupos homônimos e magmáticas associadas; e a Plataforma de Sobral, constituída por rochas agrupadas na Unidade "B" do pré-Cambriano, que funcionou sempre como alto estrutural rígido e que se estende para

PROJETO JAIBARAS



leste e sul da área do Projeto, aparentemente conservando as mesmas características tectônico-estruturais.

No bloco correspondente a Unidade "C" do pré-Cambriano (horst de Granja) inexistem praticamente elementos estruturais plásticos, dominando uma monótona lineação, orientada segundo NE-SW, reflexo da estruturação isoclinal da sequência migmatítica, com mergulhos constantes, da ordem de 70° - 80° para sudeste. As grandes falhas transcorrentes, também orientadas de nordeste para sudeste, seccionam o bloco em compartimentos alongados e propiciam o aparecimento de extensas zonas de cisalhamento, destacando-se entre elas, as zonas de cisalhamento de Jaguarapí e a de Granja.

A sequência de filitos, xistos e quartzitos, descrita neste relatório como Unidade "A" do pré-Cambriano, ocupa claramente um bloco abatido do embasamento antigo, (graben Martinópolis), confinado por dois blocos rígidos, que funcionam como "altos" estruturais. Seus limites correspondem a falhamentos de importância regional, a saber, a zona de cisalhamento de Jaguarapí, ao norte, e as falhas Itacolomy-Tucunduba, ao sul. No interior do graben, orientado de nordeste para sudeste, manifesta-se com maior intensidade o estilo de falhamento típico da região e que, em virtude da alta plasticidade característica das litologias afetadas, truncam e obliteram completamente as estruturas representativas da fase primária de dobramentos. A falha inversa de Itacolomy, que limita o graben do lado sul, na região onde esta estrutura sofre pronunciado estreitamento, foi interpretada como resultante da maximização dos esforços compressivos daquela

fase de dobramentos e representa o episódio final da mesma.

O "horst" Tucunduba corresponde a uma sequência de migmatitos, quartzitos, e gnaisses agrupados na Unidade "B" do pré-Cambriano que exibem um estilo tectônico onde os dobramentos assumem papel destacado. Com exceção da anticlinal dômica de Dom Simão e da sinclinal aberta da serra Mucuripe, são dobras comprimidas com planos axiais verticalizados e caimento dos eixos para S e SW com fortes gradientes. Sobressaem-se ainda, falhamentos direcionais, segundo NE-SW, acompanhando o "trend" regional.

A extensa área de rochas cristalinas, que constitui a Plataforma de Sobral, limitada no lado oeste pelo lineamento Sobral-Pedro II, foi também incluída na Unidade "B" do pré-Cambriano. Está estruturada em um complexo sistema de dobramentos normais, alguns de grande amplitude, com eixos orientados de NE para SW, normalmente com caimento para o último quadrante.

Esta plataforma rígida, que desempenha papel relevante no desenvolvimento geotectônico da região, foi afetada por uma fase de quebramento tardia, resultando no truncamento das estruturas plásticas com a superposição de um sistema de falhas geralmente paralelas ao lineamento Sobral-Pedro II.

O graben Bambuí-Jaibaras, confinado pela plataforma de Sobral, do lado leste e pelo "horst" Tucunduba, do lado oeste, em virtude da sua importância no desenvolvimento geotectônico regional será tratado com maior detalhe.

Na área do Grupo Bambuí, isto é, na região compreendida entre as serras Meruoca-Rosário e a Ibiapaba domina uma tectônica plástica caracterizada por grandes dobras com eixos orientados segundo NE-SW e cujos elementos maiores correspondem a anticlinal de Penanduba e a sinclinal de Várzea. A primeira, uma dobra normal com plunge para SW foi afetada por falhamentos, que seccionam e deslocam parcialmente o seu eixo. A segunda, uma sinclinal normal e simétrica com plunge para NE, ao sul de Várzea, evolui por rotação do plano axial para uma dobra inversa, isoclinal, com mergulhos para SE, caracterizada pelo desenvolvimento de dobras de arrasto nos seus flancos. No flanco oeste, esta estrutura cavalga parcialmente as unidades estratigraficamente mais jovens, ao longo da falha de empurrão do riacho Siriema, manifestação maior da tectônica quebrável no âmbito do Grupo Bambuí.

Na área entre a serra do Carnutim, Aprazível e Ubaúna domina uma sequência de dobras abertas, simétricas, de mergulhos suaves, com os eixos orientados segundo NE-SW e eventualmente N-S. A noroeste de Ubaúna, em uma extensão da aba leste da sinclinal de Várzea, desenvolve-se uma série de pequenas dobras isoclinais com mergulhos da ordem de 50° para SE. Com exceção da falha do riacho Siriema e da falha Frecheirinha, as manifestações da tectônica rígida assumem caráter subordinado no arranjo estrutural do Grupo Bambuí. Merece destaque o intenso fraturamento observado nas áreas de ocorrência da Formação Coreaú, onde não é possível distinguir direções preferenciais de quebramento.

As associações litológicas e o estilo tectônico peculiar do Grupo Bambuí complementados por manifestações magmá

ticas tardi-orogênicas (granitóides tipo Meruoca), caracterizam um desenvolvimento geotectônico em ambiência geosinclinal (miogeosinclinal da Ibiapaba). A bacia Jaibaras, que complementa o baixo estrutural individualizado como graben Bambuí-Jaibaras, exhibe, por outro lado, características típicas de áreas cratônicas instáveis com vulcanismo fissural, pós-orogênico, bastante desenvolvido. Predomina nesta área uma tectônica essencialmente caracterizada por grandes falhamentos orientados segundo NE-SW. O elemento de maior destaque é uma extensa fossa com aproximadamente 100 km aflorante no sentido NE-SW e com largura média de 6-7 km. O seu flanco leste, corresponde ao lineamento Sobral-Pedro II e o flanco oeste, às falhas Massapê e Café Ipueiras, respectivamente ao norte e ao sul da serra Meruoca.

Ainda na borda oeste, na região de Aprazível, o graben principal admite ramificação para norte, ao longo de um sistema de falhas normais, escalonadas, que se prolonga até a região da fazenda Barra, no sopé da serra do Rosário. Os grandes falhamentos acima mencionados constituem uma estrutura de amplitude regional e foram classificados, na área estudada, como falhas normais de grande rejeito. Por não dispormos de dados de sub-superfície diretos ou indiretos torna-se difícil uma estimativa do valor dos deslocamentos verticais associados a tais estruturas. Considerando no entanto, a espessura de sedimentos acumulados no graben, estimamos rejeitos de pelo menos 2.500-3.000 metros nas suas áreas mais profundas.

O arcabouço estrutural do graben Jaibaras comple

ta-se com um grande número de falhas secundárias, paralelas ou não às falhas principais, responsáveis pela subdivisão do mesmo em blocos, geralmente basculados em ângulos de 30° - 40° , podendo excepcionalmente alcançar 60° , sem direção preferencial de mergulho.

Como estrutura aberrante no contexto tectônico do Grupo Jaibaras, a Formação Pacujá na área de estreitamento do graben entre Sobral e a Serra Meruoca, foi moldada em uma ampla sinclinal com plunge para sudoeste, paralelo ao eixo do graben, com mergulhos da ordem 30° - 40° nas abas. Dobramentos secundários, sem realce regional são também observados no sangradouro do Açude Aires de Sousa.

Os elementos tectônicos das áreas de sedimentos siluro-devonianos, que fazem parte da grande sinéclise paleozóica da bacia do Meio Norte, serão descritos no volume III, abordando toda a área desta unidade geotectônica mapeada no âmbito do Projeto Jaibaras.



6 - G E O L O G I A H I S T Ó R I C A

6 - GEOLOGIA HISTÓRICA

O arcabouço tectônico-estrutural do embasamento pré-Cambriano na área do Projeto Jaibaras (vide figura 24) sugere claramente, que o processo de cratonização na região noroeste do Ceará efetivou-se em vários ciclos, caracterizados pelo rejuvenescimento de plataformas antigas e incorporação ao craton, de áreas até então diferenciadas por ativa mobilidade tectônica.

Neste contexto, a região de cratonização mais antiga parece corresponder ao bloco individualizado como "horst" de Granja, metamorfisado a níveis catazonais com desenvolvimento de fácies granulito. As áreas correspondentes a Unidade "B" do pré-Cambriano e que constituem o "horst" Tucunduba e o alto estrutural aqui denominado Plataforma de Sobral, em linhas gerais exibem uma concordância de seus "trends" estruturais com aqueles dominantes no "horst" de Granja, apesar das diferenças notáveis em seus estilos tectônicos. Na ausência de elementos mais concretos (por ex. datações radiométricas), julgamos razoável admitir que a cratonização das áreas mapeadas como Unidade "B" do pré-Cambriano, tenha-se verificado no mesmo ciclo que afetou a Unidade "C", representando esta, os níveis catazonais e aquela, os níveis superiores de metamorfismo de uma mesma sequência geosinclinal. Em termos absolutos, tais eventos, ocorreram em época pré-Brasiliana, se bem que, não possamos precisar a qual ciclo pertencem, dentro das subdivisões adotadas na Carta Tectônica do Brasil, Ferreira, (op. cit.). Corresponderiam talvez, a blocos antigos do pré-Cambriano C e D, da maneira con

ceituada na Carta Geológica do Brasil, (MME-DNPM, Edição 1971), rejuvenescidas no Ciclo Brasileiro.

Os baixos estruturais ocupados pelas sequências epi-metamórficas da Unidade "A" do pré-Cambriano e dos Grupos Bambuí e Jaibaras representam zonas móveis da antiga plataforma, não totalmente consolidada em épocas pré-Brasilianas, e foram sede de intensa atividade no pré-Cambriano superior até o Cambro-Ordoviciano.

O graben Martinópolis abriga uma sequência epimetamórfica de características miogeosinclinais e que provavelmente se repete no assoalho do graben Bambuí-Jaibaras, como sugere a representação isolada da Unidade "A" do pré-Cambriano na região do açude Apurinã a noroeste de Massapê. Interpretamos tais sequências, mapeadas como Unidade "A", como representantes dos estádios inferiores do Ciclo Brasileiro (Brasilides Antigos - Ferreira, op. cit.). Ao final desta fase, (620-850 m.a.), a área do graben Martinópolis parece ter adquirido condições de relativa estabilidade, incorporando-se definitivamente as regiões anteriormente cratonizadas. O mesmo não ocorreu na área correspondente ao graben Bambuí-Jaibaras, onde a permanência de condições tectônicas instáveis, propiciou a instalação de dois ciclos evolutivos distintos e subsequentes, o primeiro, em ambiência geosinclinal e o segundo, em ambiência cratônica.

Em termos de tempo, dois eventos importantes servem de ponto de referência e balizam o encerramento de cada ciclo. O ciclo geosinclinal, característico do Grupo Bambuí

desenvolveu-se no período anterior a intrusão dos granitóides tipo Meruoca, 440 m.a., Vandoros, (op. cit.), isto é, no eo-Cambriano superior. O ciclo cratônico, representado pelo Grupo Jaibaras desenvolveu-se no período compreendido entre o Cambriano Médio e o Siluriano, isto é, entre a época da intrusão dos granitóides tipo Meruoca e o início da sedimentação Serra Grande.

O Grupo Bambuí reúne um pacote sedimentar de litologias diversificadas com cerca de 4.000 metros de espessura estimada, onde se pode distinguir sequências sedimentares equivalentes a certos estágios de um ciclo geosinclinal da forma definida por Belousov (op. cit.). Os estratos das Formações Trapiá, Caiçaras e Frecheirinha correspondem a denominada sequência de pré-inversão, constituindo as duas primeiras a sequência terrígena inferior e a última a sequência calcária, não sendo registrada nesta última, a fácies "flysch" carbonatada. O segundo estágio do ciclo geosinclinal, é documentado no Grupo Bambuí pela Formação Coreá, correspondente a fácies "flysch" terrígena, bem representada na sucessão de grauvacas e arcóseos, típica desta unidade. Na conceituação aqui adotada as sequências de bacias intramontanas e antefossas, sensu strictu, inexistem na área do Grupo Bambuí. As molassas descritas e atribuídas ao Grupo Jaibaras são sedimentos de características para-plataformais, devendo ser incluídas nas sequências de fossas superimpostas, que apesar de não participar do ciclo geosinclinal são consequências póstumas do mesmo.

Paralelamente às características litológicas, a e

volução tectônica e o arcabouço estrutural do Grupo Bambuí confirmam a ambiência geosinclinal do mesmo, e registram as derradeiras manifestações da orogênese Caririana, Almeida, (op. cit.), na região noroeste do Ceará. Não foram observadas manifestações vulcânicas associadas ao desenvolvimento da geosinclinal do Grupo Bambuí, constituindo portanto, esta nova unidade geotectônica uma miogeosinclinal para o qual propomos a denominação de miogeosinclinal da Ibiapaba. A única fase magmática associada ao ciclo da miogeosinclinal da Ibiapaba é representada pelas intrusões dos granitos mesozonais, pós-orogênicos, que constituem os "stocks" do Mucambo e Meruoca-Rosário, aquele de afinidade calco-alcalina e este de afinidade alcalina-potássica. Estas manifestações plutônicas datadas do Cambriano Médio (440 m.a.) constituem o evento derradeiro da evolução geosinclinal nesta área. Almeida, (op. cit.), sugere a contemporaneidade das intrusões com as manifestações vulcânicas de carácter andesítico, o que não corresponde com as evidências geológicas agora observadas. Citamos como exemplo a ocorrência de tufos vulcânicos nas proximidades da serra da Meruoca com desnível topográfico da ordem de 700 metros para o topo do granito. Nos parece fisicamente impossível a "mise en place" simultânea, em sítios contíguos e ao mesmo nível, de rochas plutônicas ao lado de rochas efusivas e piroclastos associados. O vulcanismo da Formação Parapuí é portanto posterior a intrusão granítica e quando ocorreu, os plutões já se encontravam expostos a erosão.

Do ponto de vista regional, a miogeosinclinal da Ibiapaba constitui a repetição no tempo e no espaço do mode

lo geotectônico característico da região noroeste do Ceará, nos períodos finais do pré-Cambriano. A sua continuidade por sob os sedimentos da bacia do Meio Norte sugere uma possível ligação com o geosinclíneo Brasília, Almeida, (1967), com o qual apresenta certa coincidência de direções e uma correlação geotectônica indiscutível.

Sequências de grauvascas e arcóseos, do mesmo ciclo afloram no extremo sul do Estado do Piauí, região de Parnaaguá e Corrente, por sob os sedimentos siluro-devonianos da bacia do Meio Norte, WINGE, (1968).

O ciclo cratônico, de características para-plataformais sucedeu no tempo e no espaço a etapa geosinclinal. Ao longo da borda oriental da miogeosinclinal formou-se o extenso graben Jaibaras em parte condicionado a reativação da antiga geoclase pré-Cambriana, o lineamento Sobral-Pedro II. As fossas recém formadas e em constante subsidência, foram preenchidas por sedimentos imaturos oriundos do rápido desmantelamento do relevo resultante da orogênese Caririana. São sedimentos típicos desta fase os conglomerados brechóides da Formação Massapê, os arenitos escuros, folhelhos vermelhos (red beds), e arcóseos da Formação Pacujá, que no conjunto representam a fácies molassa depositada em áreas paraplatasformais instáveis. Estes sedimentos registram condições extremas de sedimentação em ambiente continental fortemente oxidante. As sequências Massapê e Pacujá, ao norte do serrote do Madeiro, constituídas maiormente de conglomerado com matriz grauváquica, grauvasca e arcóseo indicam a permanência nesta área mais profunda do graben de ambiente de sedimentação redutor.

Com a atenuação dos esforços subsidentes, movimentos diferenciais bascularam os diversos blocos no interior da fossa, resultando uma estruturação por vezes complicada. Esta atividade culminou com a exposição de algumas áreas da bacia à erosão, e foi precursora do vulcanismo basalto-ande-sítico da Formação Parapuí.

O vulcanismo Parapuí, essencialmente de carácter fissural e de afinidade toleítica e calco-alcalina s.s., desenvolveu-se em condições paraplateformais em época de acentuada instabilidade das fossas. A espilitização e queratofirização generalizada indica a "mise en place" sub-aquática destas lavas, Gilluly, (op. cit.), hipótese corroborada pela presença de estruturas "pillow lavas" associadas a jaspe vermelho com hematita e pirita. A fase final do vulcanismo Parapuí caracterizou-se por um intenso hidrotermalismo, que alcançou intensidade máxima na parte sul e central do graben e modificou profundamente certos tipos de rochas, condicionando uma tipologia altamente favorável a ocorrência de mineralizações exalativas vulcanogênicas. Complementa este magmatismo uma complexa "suite" de rochas filonianas e intrusivas sub-vulcânicas, destacando-se os espessos diques de diorito da parte sul da bacia.

O evento derradeiro deste ciclo, identificado por ALMEIDA, (op. cit.), como correspondente ao "estádio de transição", é documentado pelos fanglomerados da Formação Aprazível, geneticamente relacionada a um período de relevo áspero, moldado em escarpas lineares de origem tectônica. Esta unidade corresponde a antigos depósitos continentais de

"piedmont", condicionados a desniveis bruscos de relevo e que pela sua constituição e características morfológicas sugerem tratar-se de acumulações de sucessivas correntes de lama.

A Formação Aprazível encerra assim, ao fim do Ordoviciano, o longo período de evolução geológica da área ligado a condições geo-tectônicas instáveis, seja em ambiência geosinclinal, seja em ambiência paraplataformal. Os registros geológicos, após o fim do Ordoviciano, correspondem a depósitos típicos de plataformas estáveis e estão representados, na área referida neste volume, pelas penetrações da Formação Serra Grande nas folhas Ipú e Frecheirinha e no testemunho isolado da região de Santana do Acaraú. Ao longo do eixo Ipú-Santana do Acaraú, que no Siluriano inferior já se constituía em um baixo estrutural e topográfico, iniciou-se a deposição do "conglomerado Ipú", base da Formação Serra Grande, prelúdio da grande transgressão siluro-devoniana, que ocupou a sinéclise paleozóica da região do Meio Norte, que se estendia, aparentemente, por toda a região noroeste do Ceará.

O longo período geológico, desde o Devoniano ao Mioceno, praticamente não deixou registros geológicos diretos na área do Projeto Jaibaras, a leste do meridiano 41°W.

No período Jurássico-Cretáceo a primeira fase da reativação wealdeniana da plataforma manifestou-se na área central da sinéclise paleozóica sob forma de vulcanismo trapeciano de natureza toleítica, representado nas folhas Ipú e Frecheirinhas por raros diques de diabásio, seccionando a For

mação Serra Grande. O início dos processos, que culminaram na paisagem morfológica atual da área, está provavelmente relacionado a esta fase de reativação da plataforma, caracterizada por arqueamentos e falhamentos segundo as antigas geoclasas do embasamento. Desencadeou-se então uma vigorosa fase de dissecação, em função dos desniveis topográficos criados e que perdurou até o início do Mioceno, quando a região alcançou um período de completa pediplanação. Ainda nesta fase verificou-se, provavelmente, o entalhamento da escarpa da serra da Ibiapaba, em um perfil muito próximo do atual. Os abatimentos verificados nas áreas costeiras, durante o Mioceno propiciaram a pequena ingressão marinha a oeste do meridiano $41^{\circ}W$, com a deposição da Formação Pirabas, concomitantemente a deposição do conglomerado da Formação Camocim. Iniciava-se assim, no Mioceno, uma fase de oscilações cíclicas, de natureza epeirogênica, de todo o continente, documentada na área do Projeto Jaibaras pela regressão do mar Pirabas seguida da laterização do topo das formações miocênicas e pré-miocênicas. Um novo ciclo de abaixamento inicia-se no Plio-Pleistoceno, com a deposição do Grupo Barreiras, nivelado à superfície arqueada do cristalino (superfície Araras), seguida de um novo levantamento expondo aqueles depósitos e a antiga superfície de abrasão/deposição ao ataque do atual ciclo erosivo.



7 - GEOQUÍMICA

7.1 - LEVANTAMENTOS DE ORIENTAÇÃO

7.1.1 - Generalidades

Após a descoberta das ocorrências de minerais de cobre nas fazendas Campina e Urubú, confirmando as boas perspectivas da tipologia vulcânica da Formação Parapuí, delineada através dos estudos petroquímicos e petrográficos, decidimos investigar a viabilidade de aplicação de métodos de pesquisa geoquímica em futuras campanhas de prospecção na área. A existência de solos residuais sobre as áreas de efusivas básicas e intermediárias e sobre as áreas de gabros e dioritos em topografia plana ou levemente ondulada, nos conduziu a opção adotada, utilizando amostras de solo como elemento de investigação. Apesar de incompleta em certos aspectos, a pesquisa empreendida revelou resultados bastante significativos e pode ser considerada como um levantamento de orientação, válido para as futuras campanhas de prospecção na área.

7.1.2 - Metodologia

Aproveitando experiências bem sucedidas em áreas de condições de solo e topografia semelhantes do norte da Bahia, COSTA & GUNDLACH, (1968), adotamos aqui a amostragem de solo no intervalo 45-50 cm de profundidade, utilizando como instrumento de coleta um trado manual a percursão. As amostras coletadas, com cerca de 80-100 gramas eram acondicionadas em sacos de polietileno devidamente etiquetadas para remessa ao laboratório. Todas as amostras num total de

400 foram analisadas para Cobre, Zinco, Chumbo e Níquel, com determinação do pH em cerca de 70 delas.

As análises foram executadas no laboratório da Divisão de Geologia (DRN-SUDENE), utilizando-se um espectrofotômetro de absorção atômica de raio duplo, modelo 303 da Perkin Elmer. A técnica de preparação consistiu no peneiramento a seco das amostras, atacando-se a fração inferior a 80 mesh com uma mistura de HF + HCL. Adotou-se um coeficiente de repetição de 10% no lote de amostras remetido ao laboratório, verificando-se um índice de reproducibilidade excelente.

Em se tratando de uma pesquisa de reconhecimento, aplicamos três sistemas de amostragem distintos, a saber:

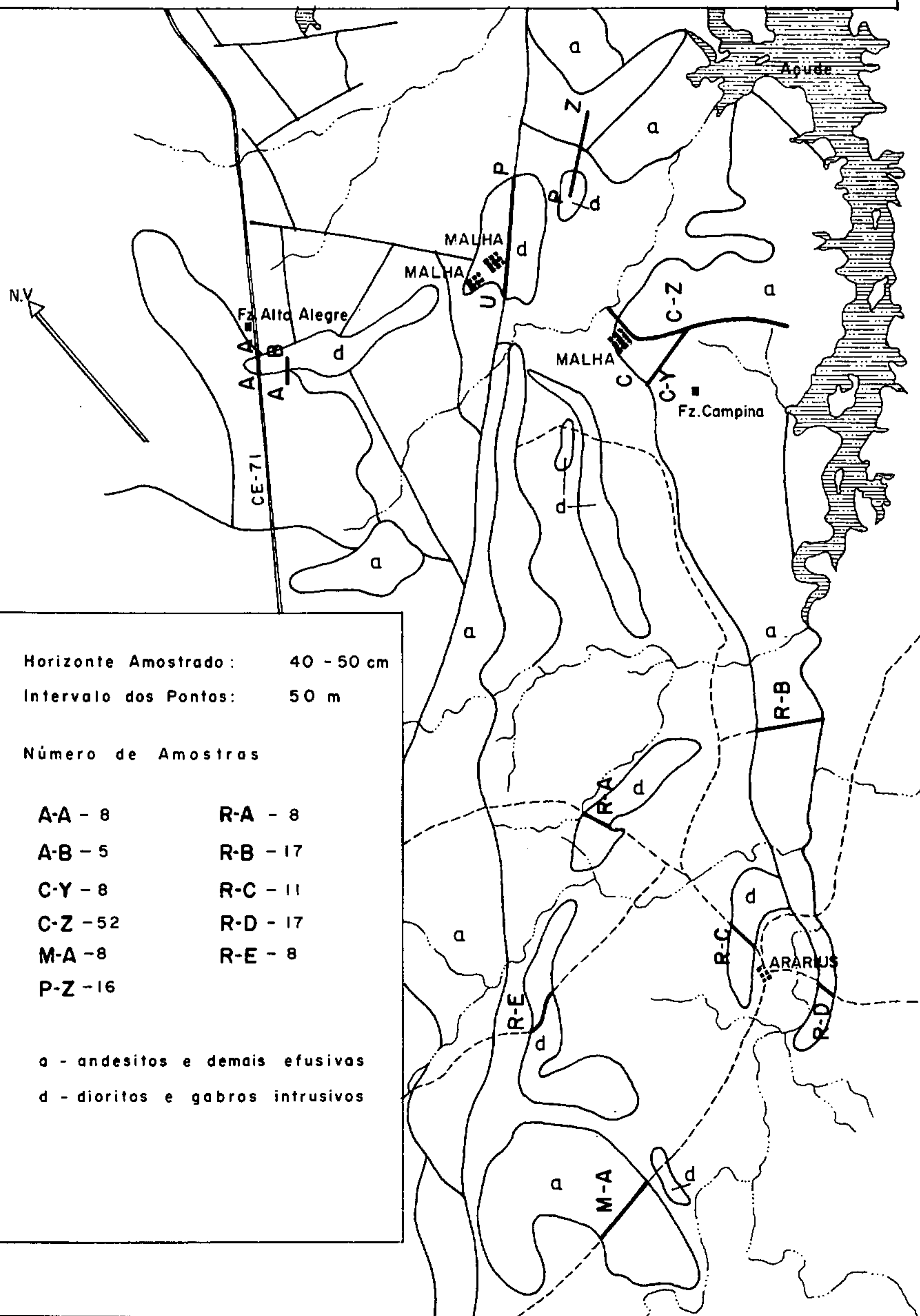
a - Amostragem em perfis lineares, geralmente transversais a direção do corpo de rocha, com espaçamento dos pontos amostrados de 50 metros. Procurou-se desta forma conhecer o comportamento geoquímico regional dos tipos litológicos afins, para os metais pesquisados. O mapa índice da figura 25 situa todos os perfis amostrados.

b - Amostragem em malha quadrada de 30 m x 30m sobre as ocorrências de cobre recém descobertas nas fazendas Campina e Urubú, objetivando-se verificar a sensibilidade do método geoquímico nas condições locais, aos dois tipos de mineralizações encontrados e anteriormente descritos.

c - A fim de investigar a dispersão dos ions metálicos no solo, o horizonte de maior concentração e o compor

FIGURA 25
 MAPA DE LOCAÇÃO DOS PERFIS GEOQUÍMICOS DE
RECONHECIMENTO

ESCALA APROXIMADA
 1 : 70.000



tamento da distribuição em função do pH foi amostrado um perfil especial a partir de um ponto com mineralização aflorante e com coleta de 5 amostras em cada ponto, com intervalos de 10 cm, desde a superfície até o horizonte utilizado na amostragem sistemática.

7.1.3 - Tratamento e Interpretação dos Dados

Para efeito de interpretação as amostras foram grupadas em dois conjuntos em função de suas litologias, a saber:

a - Amostras das áreas de rochas efusivas, compreendendo andesitos espilitizados, aglomerados e brechas vulcânicas, dacitos e hidrotermalitos, com 265 amostras, distribuídas na área da fazenda Campina e nos arredores da vila de Arariús.

b - Amostras das áreas de rochas intrusivas, compreendendo os diques e "sills" de dioritos e gabros da parte central da bacia, com 171 amostras, distribuídas nas áreas da fazenda Urubú e adjacências e nos arredores de Arariús.

Os dados analíticos de ambos os grupos de amostras, receberam um tratamento estatístico simples segundo a técnica recomendada por TENNANT & WHITE, (1959), e modificada por LEPELTIER, (1969).

Os resultados analíticos para cada elemento investigado foram plotados na forma de linhas de frequência cumu-

lativa em gráfico logarítmo/probabilidade, obtendo-se assim os 3 principais parâmetros estatísticos de significância geoquímica a saber, teor de fundo, valor limiar e coeficiente de desvio ou dispersão, os quais são apresentados na figura 32.

Com base nestes elementos, discutiremos o comportamento geoquímico dos elementos pesquisados nos solos residuais dos dois grupos de litologias afins, acima mencionados, e ainda dos solos residuais do "stock" granítico do Mucambo, onde trabalho semelhante foi executado.

7.1.3.1 - Geoquímica do solo residual de efusivas espilitizadas

a - COBRE: A frequência cumulativa para cobre plotada no gráfico log/probabilidade, corresponde a uma linha quebrada com dois pontos de inflexão (fig. 26). Este tipo de representação reflete a superposição, no conjunto amostrado, de duas populações de distribuição log-normal: a primeira correspondente aos valores normais (background), e a segunda correspondente a população anômala, indicativa da existência de mineralizações no material amostrado. Curvas deste tipo são consideradas como altamente promissoras e correspondem quase sempre a áreas mineralizadas. Para populações complexas como estas, LEPELTIER, (op. cit.), toma para background o valor da abcissa, no ponto de encontro da reta com a ordenada 50%, o que corresponde no caso a 40 p.p.m. O mesmo autor, toma para valor limiar a abcissa do ponto correspon-

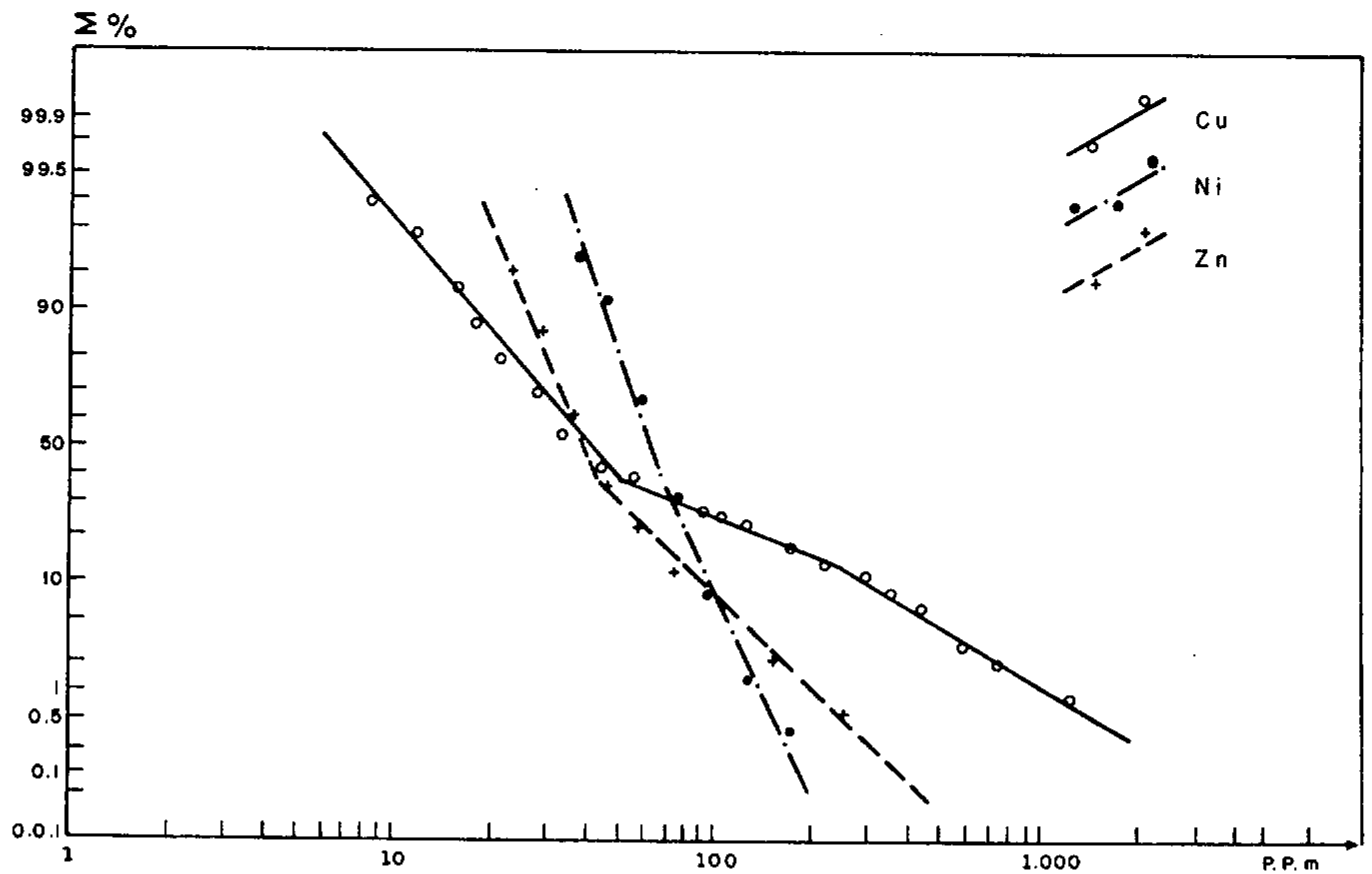


Fig. 26 Linhas de Frequência cumulativa para Cu, Ni e Zn em solos residuais de efusivas espilitizadas.

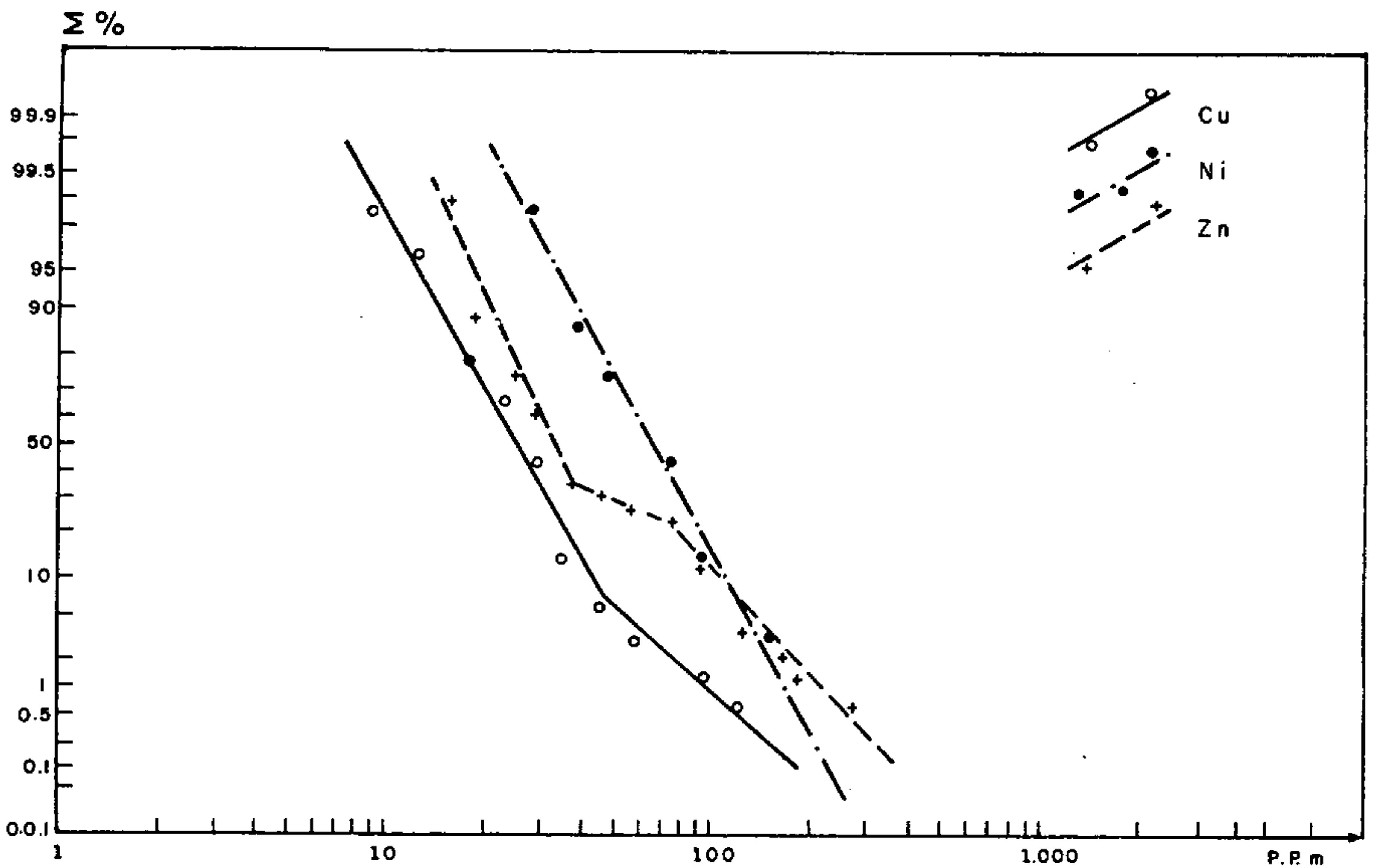


Fig. 27 Linhas de Frequência cumulativa para Cu, Ni e Zn em solos residuais de dioritos e gabros.

dente a metade do segmento intermediário, no caso, 115 p.p.m.

Chamamos a atenção dos declives suaves dos segmentos de reta a partir do primeiro ponto de inflexão, reflexo de uma maior dispersão do metal na população anômala. Este fato relaciona-se provavelmente a natureza ligeiramente ácida do solo na área amostrada, com pH da ordem de 5,5-6.

b - ZINCO: A frequência cumulativa para zinco (fig. 26) corresponde a dois segmentos de reta com inflexão positiva em torno da ordenada 35%. Este tipo de linha representa um excesso de valores altos em uma população log-normalmente distribuída, e constitui indicação positiva da presença de mineralização. Na verdade, a experiência mostra que na maioria das áreas com mineralizações provadas, as frequências acumuladas correspondem a linhas de distribuição semelhantes.

c - NÍQUEL: Observa-se para o níquel um comportamento bastante diverso daquele verificado para o cobre e zinco. A curva cumulativa (fig. 26) obtida corresponde a dois segmentos de reta de forte declive, reflexo da dispersão reduzida do metal. A inflexão verificada em torno da ordenada 35% corresponde a um pequeno aumento dos valores em uma população log-normalmente distribuída e deve ser interpretada como resultante da presença na área amostrada de tipos litológicos de tendência básica pronunciada.

7.1.3.2 - Variações verticais e em função do pH

A pesquisa do intervalo de maior concentração dos íons metálicos no perfil de solo residual dos andesitos, espilitos e rochas afins revelou fatos de grande importância para as futuras campanhas de prospecção na área. O perfil escolhido na área da fazenda Campina, tem seu ponto central em um pequeno afloramento de andesito espilitizado com forte impregnação de malaquita. As amostras foram analisadas para Cu, Ni e Zn totais, e determinou-se os valores de pH em todas elas. Os resultados obtidos foram plotados em perfis verticais e estão representados no quadro V.

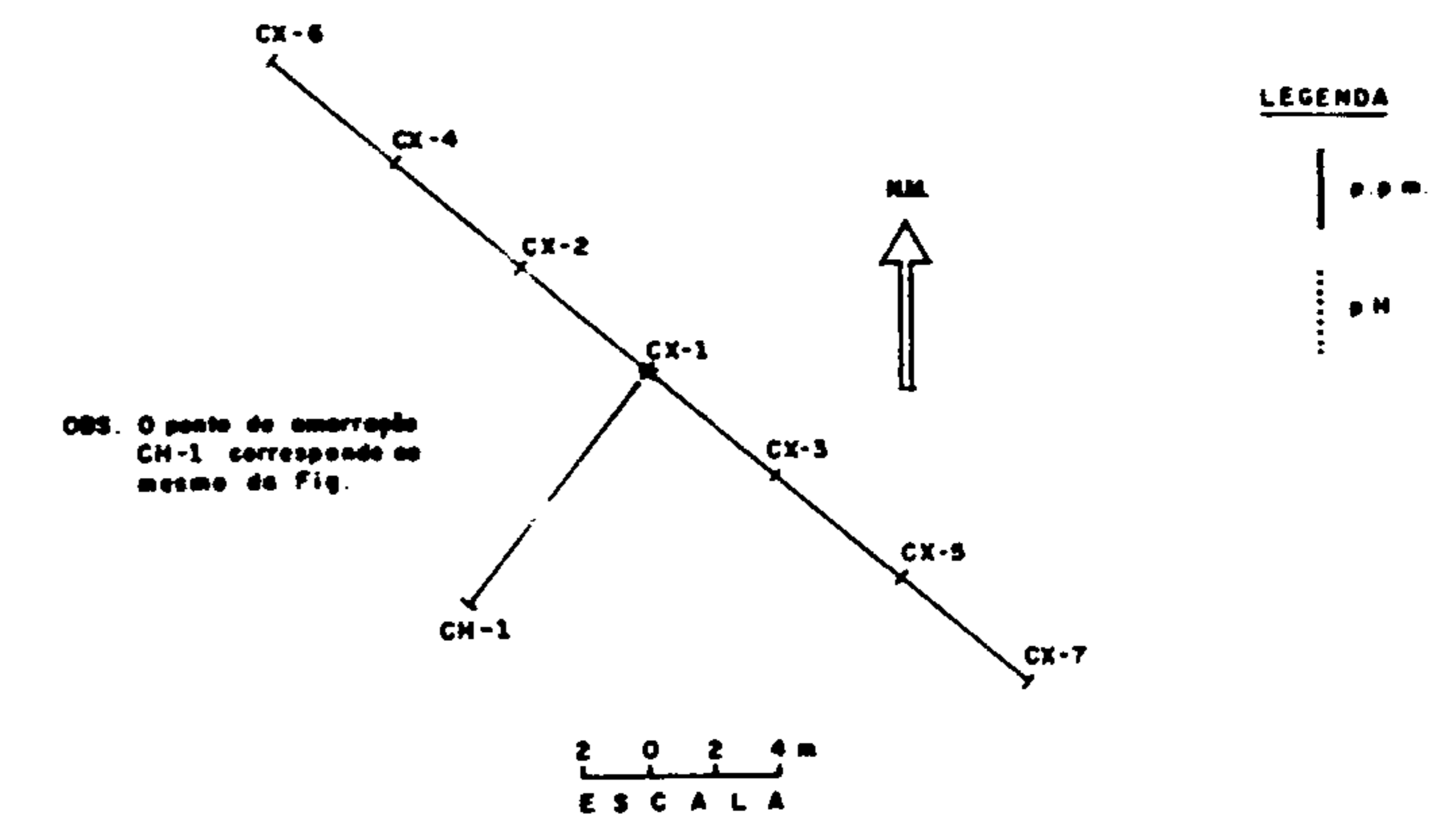
No caso do cobre observa-se uma franca tendência à maior concentração no intervalo 25-35 cm, o qual corresponde quase sempre a valores de pH em torno de 6. Mesmo sem significância estatística, em virtude do pequeno número de dados disponíveis, os resultados recomendam a utilização deste intervalo como o mais adequado em uma campanha de prospecção sistemática. Amostragem semelhante, fora de áreas anômalas, em alguns pontos dos perfis lineares confirmaram esta tendência de maior concentração de Cu no intervalo 25-35 cm, e não no intervalo 40-50 cm utilizado nesta amostragem piloto.

O zinco revelou pronunciada dependência de seus índices de concentração no solo às variações de pH. Observa-se forte tendência de lixiviação em áreas de pH inferior a 6, maximizando a concentração nas zonas de pH neutro a alcalino. Desta forma as maiores concentrações de Zn verificam-se no intervalo 40-50 cm. Mesmo considerando este fato, a amostragem

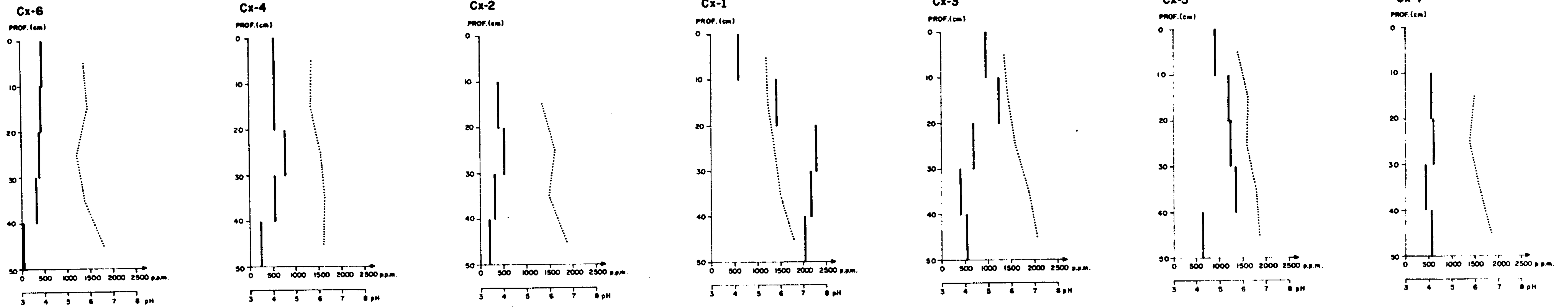
QUADRO-V

VARIAÇÃO VERTICAL DOS TEORES DE Cu; Zn; Ni; e do pH
NO SOLO DE ANDESITOS ESPILITIZADOS

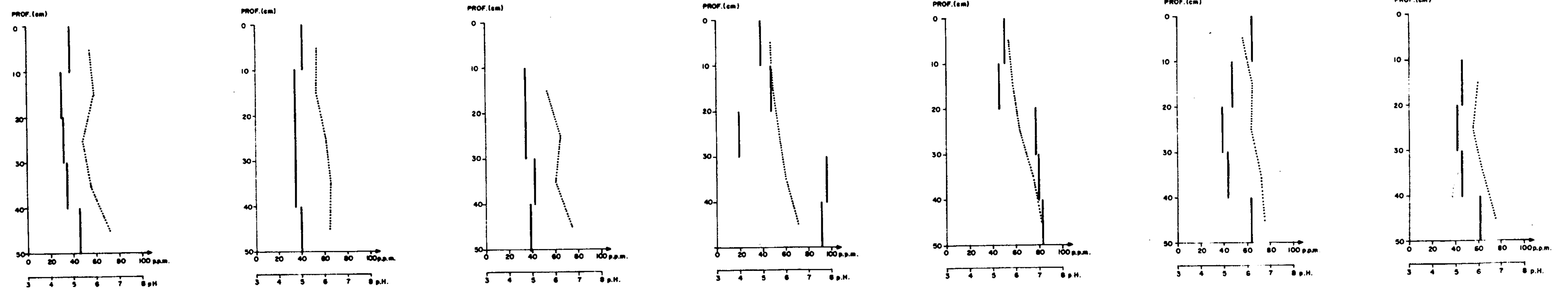
Anomalia geoquímica da Fazenda Campina



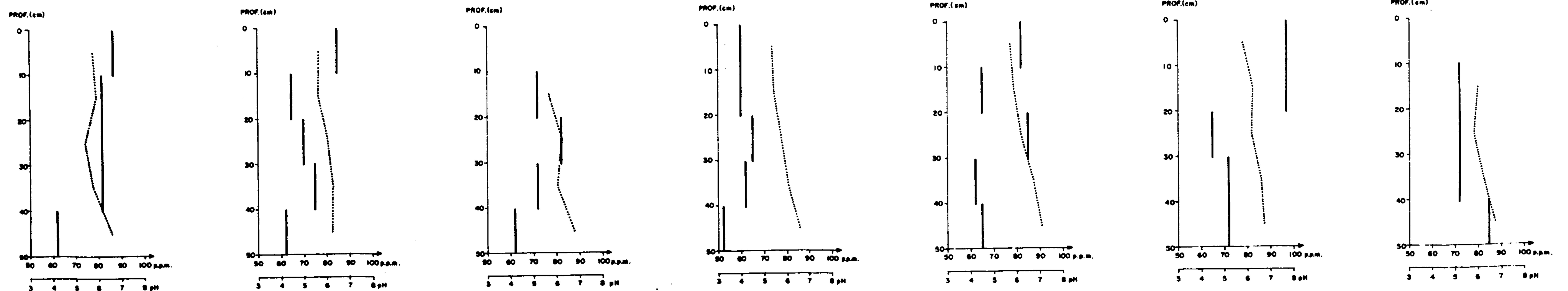
COBRE



ZINCO



NIQUEL



tragem sistemática deve obedecer às conclusões apontadas pelo cobre não só por se tratar aparentemente da mineralização mais frequente na área, como também em virtude da sua melhor resposta aos métodos geoquímicos.

No níquel apresenta distribuição complexa com discreta tendência a concentração no horizonte superior do solo. A ausência de uma regularidade de relacionamento Ni/Cu ou Ni/Zn torna este elemento dispensável como coadjuvante em campanhas de prospecção sistemática nas rochas efusivas da Formação Parapuí.

A variação de pH em todos os perfis se faz de maneira sistemática com o pronunciado aumento da acidez do solo, de baixo para cima. A tal comportamento, deve-se creditar os valores relativamente baixos para o teor de fundo e o valor limiar de Cu e Zn, característicos desta área, resultantes da vigorosa lixiviação daqueles ions no solo. Do ponto de vista físico-químico tal ambiência impede a fixação de minerais secundários de zinco e inibe a presença extensiva de malaquita ou outros oxidados de cobre. Considerando as condições de clima da área e ainda na dependência do comportamento do nível do lençol freático, pode-se especular sobre as possibilidades de concentração supergênica dos metais pesquisados em profundidade.

7.1.3.3 - Ocorrência da Fazenda Campina

Na área de ocorrências de cobre da fazenda Campi

na (Cadastro de Ocorrências Minerais nº 18) foi executado uma malha regular de amostragem geoquímica (30m x 30m), com finalidade orientada e cujos resultados são apresentados nas figuras 28 e 29. Os campos delimitados no mapa para Cu e Zn correspondem às áreas de teores inferiores ao background; de teores intermediários entre o background e um valor limiar; entre um e dois valor limiar e finalmente teores superiores a dois valor limiar. No caso do cobre é evidente a existência de uma anomalia consistente e bem pronunciada, da direção E-W, cujo flanco leste não foi delimitado. Esta anomalia corresponde a área da descoberta original de minerais de cobre (malaquita e azurita) em blocos de andesito espilitizado e aglomeração vulcânica. Mais para sul, configura-se o aparecimento de uma nova anomalia, aparentemente paralela a primeira. Após a execução deste trabalho, um novo afloramento de minerais de cobre foi descoberto cerca de 100 metros a SW do ponto CA-10 e que corresponde provavelmente a continuação desta segunda anomalia.

O mapa de distribuição de zinco no solo, apesar das grandes extensões de áreas anômalas, não evidencia uma correlação com a distribuição de Cu. Aparentemente o enriquecimento de zinco está associado a sistemas preferenciais de fraturas segundo N-S e E-W e os picos da anomalia estão quase sempre deslocados em relações aos do cobre. Não foi observado nenhum mineral secundário de zinco na superfície.

Os valores absolutos de Cu e Zn relativamente baixos nesta área é consequência do pH de tendência ácida, que promove uma lixiviação intensa dos ions metálicos no solo.

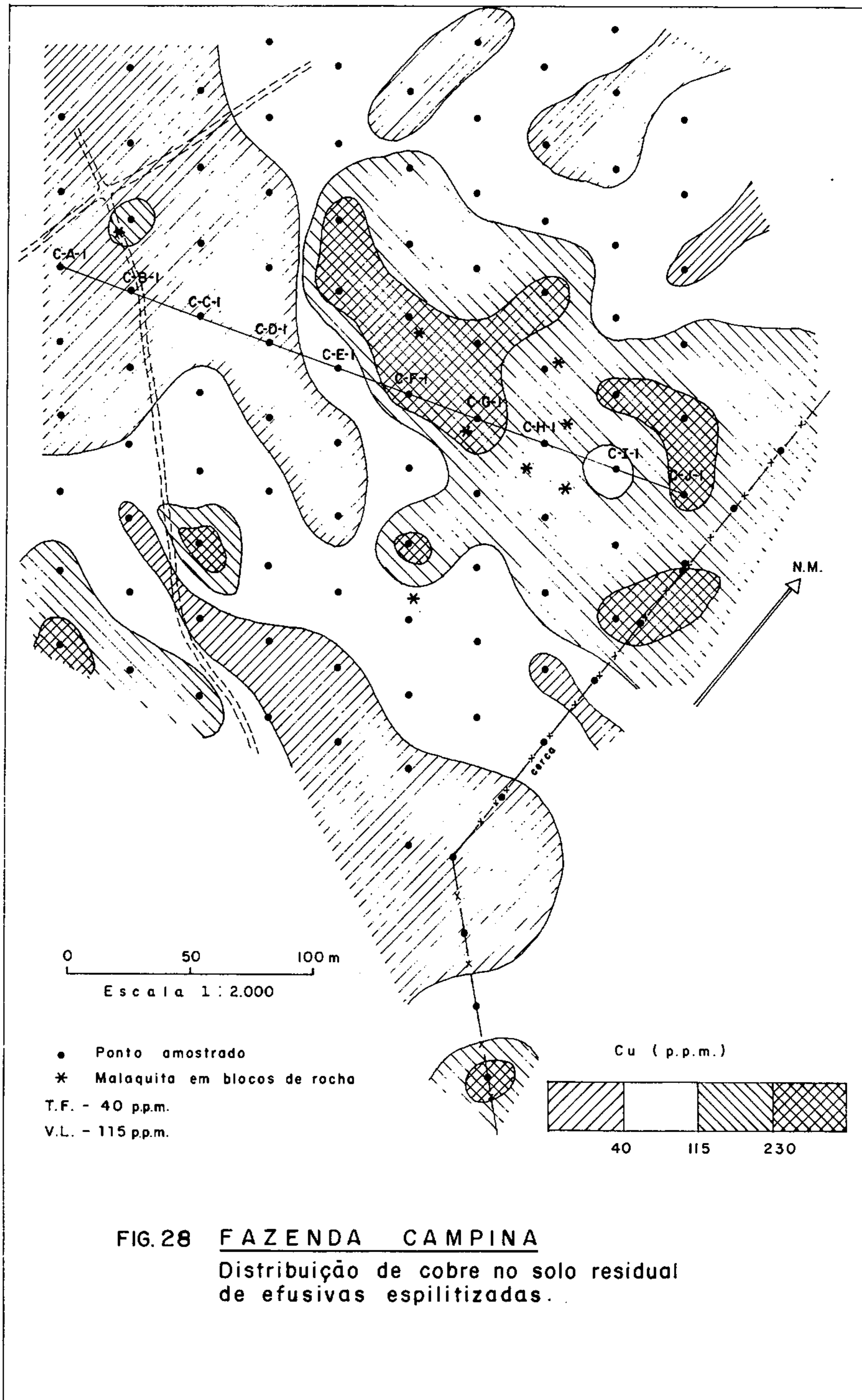


FIG. 28 FAZENDA CAMPINA
Distribuição de cobre no solo residual de efusivas espilitizadas.

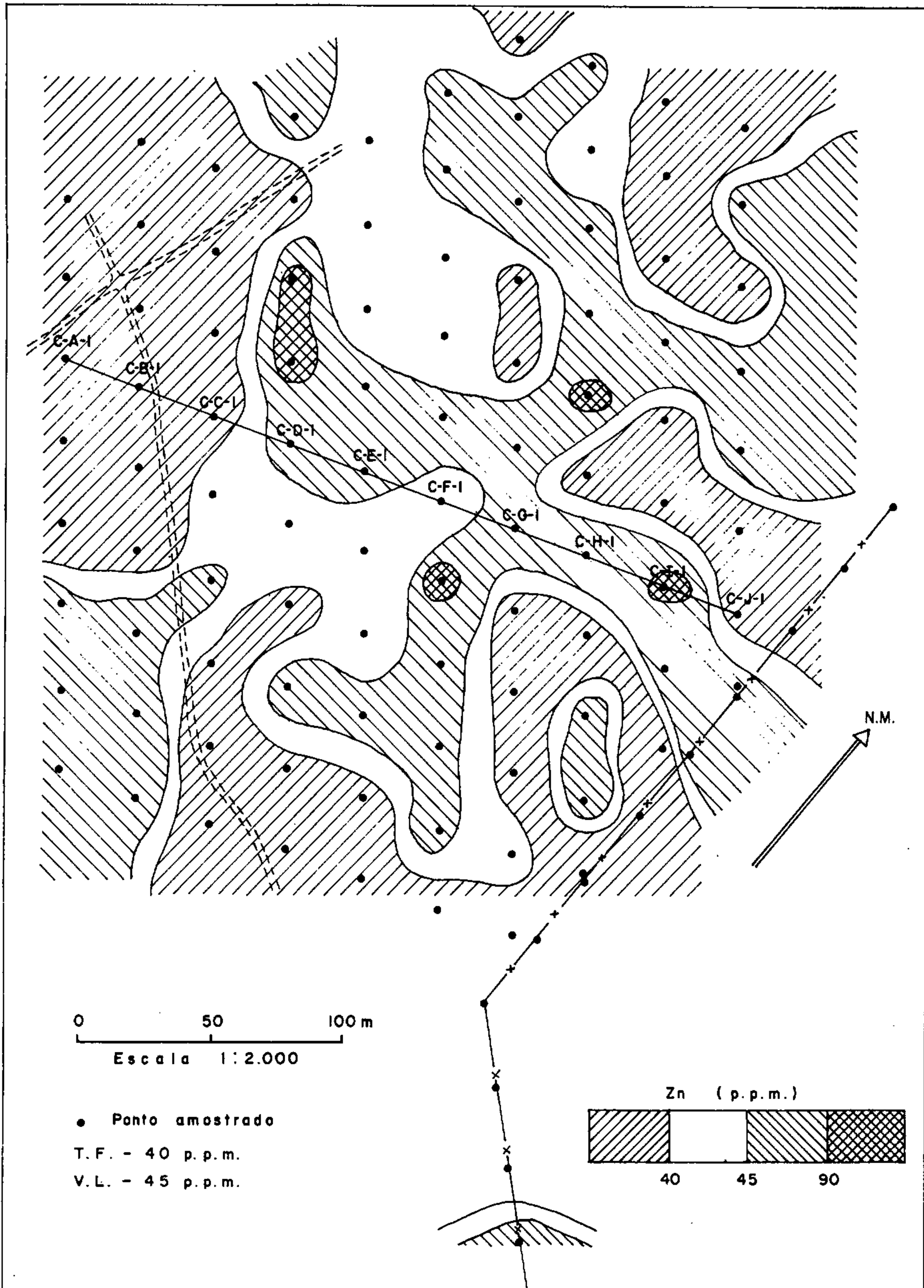


FIG. 29- FAZENDA CAMPINA

Distribuição de zinco no solo residual de efusivas espilitizadas.

7.1.3.4 - Geoquímica do solo de dioritos e gabros

a - COBRE: Observa-se uma inflexão positiva na curva cumulativa de cobre (fig. 27), indicando a presença de anomalia positiva na população reflexo da mineralização ocorrente em algumas das áreas amostradas. O teor de fundo e o valor limiar, respectivamente 30 p.p.m. e 50 p.p.m., refletem rigorosa condição de lixiviação e uma dispersão discreta do cobre no solo.

b - ZINCO: A curva de frequência cumulativa obtida para o zinco (fig. 27) repete o mesmo padrão verificado para cobre em solos de efusivas, isto é, evidencia a coexistência de duas populações superpostas, de distribuição log-normal. Apesar de não ter sido observado indícios de mineralização de zinco nas áreas amostradas, a curva obtida é indicativa da existência provável de mineralização zincífera em profundidade. O background e valor limiar, 35 p.p.m. e 60 p.p.m. respectivamente, abaixo da média para este tipo de rochas, confirmam as condições extremas de lixiviação prevalente nesta área.

c - NÍQUEL: No caso do níquel, observa-se uma frequência cumulativa segundo uma reta, característica de populações com distribuição log-normal (fig. 27). O background e valor limiar, 65 p.p.m. e 150 p.p.m., respectivamente, situam-se na faixa normal para solos destas litologias. A falta de enriquecimento em Ni, confirma a ausência na área de solos de características lateríticas.

7.1.3.5 - Ocorrência da Fazenda Urubú

Na área limítrofe das fazendas Urubú e Paissandú, onde registram-se ocorrências de minerais oxidados de cobre associados a gabros e dioritos, realizou-se uma amostragem de solo em malha regular de 30m x 50m e 50m x 50m, com objetivo de testar a aplicabilidade do método geoquímico às condições locais. Os resultados da pesquisa estão apresentados nos mapas da figura 30, construídos com base no teor de fundo e valor limiar de cada elemento, adotando-se a mesma sistemática descrita no caso da fazenda Campina.

Em primeiro lugar, observa-se um marcado paralelismo do padrão de distribuição de Cu e Ni, sugerindo, uma associação primária destes metais, possivelmente na fase silicatada da rocha. Os pontos com mineralizações secundárias de cobre não correspondem a áreas anômalas, comprovando a ausência de relêvo geoquímico significativo e indicando a impossibilidade de utilização deste parâmetro (Cu total) como instrumento de prospecção. A distribuição de zinco, apenas em parte acompanha timidamente a distribuição de cobre e não se mostra efetivo como elemento farejador.

Considerando os dados obtidos, somos levados a concluir pela inviabilidade da sistemática adotada como instrumento de prospecção nas áreas de gabros e dioritos da Formação Parapuí. Em vista das vantagens do método geoquímico, em termos de tempo e de custo, sugerimos a pesquisa de parâmetros geoquímicos que se mostrem efetivos nesta área, como por exemplo, pesquisa do horizonte de máxima concentração;

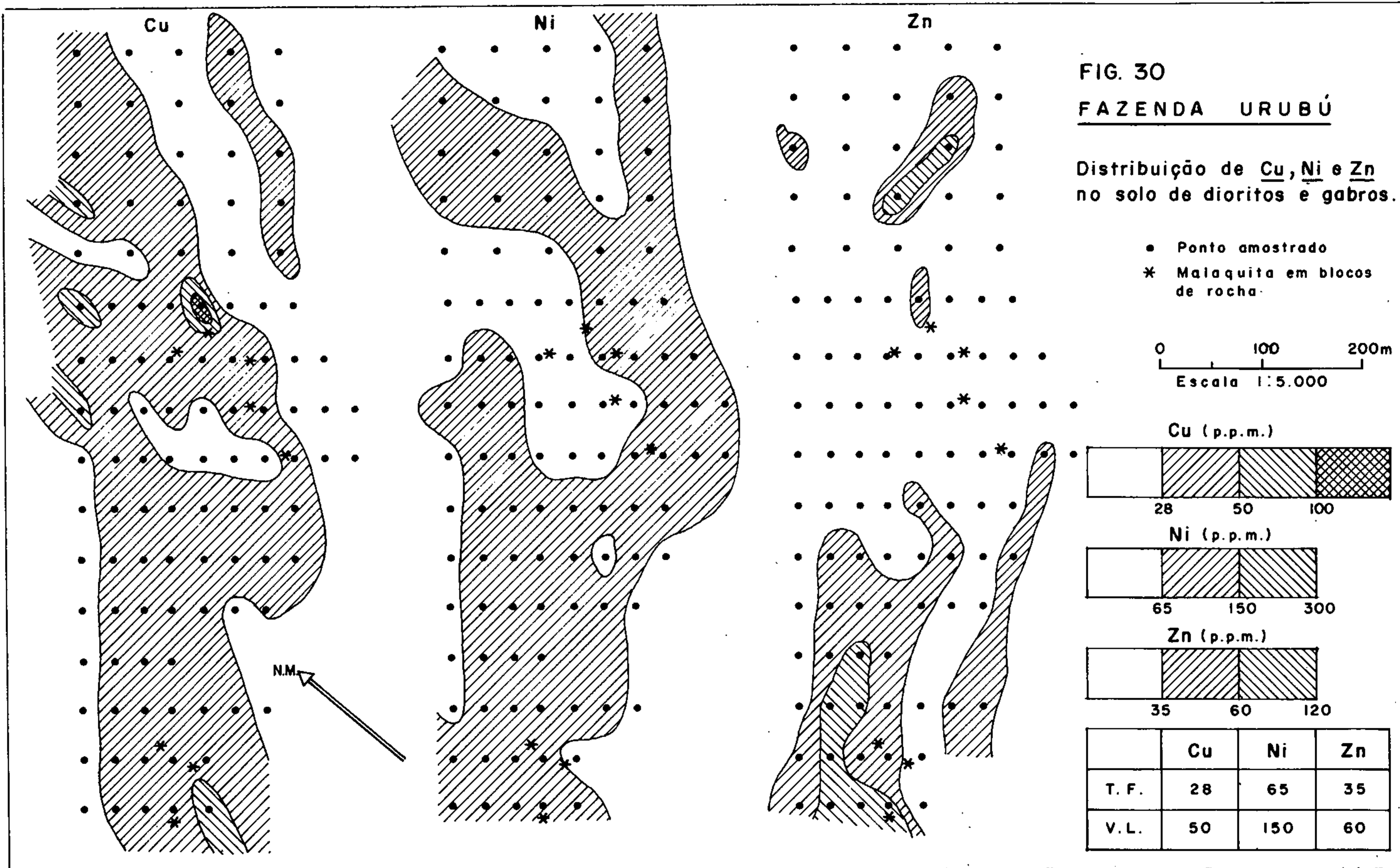


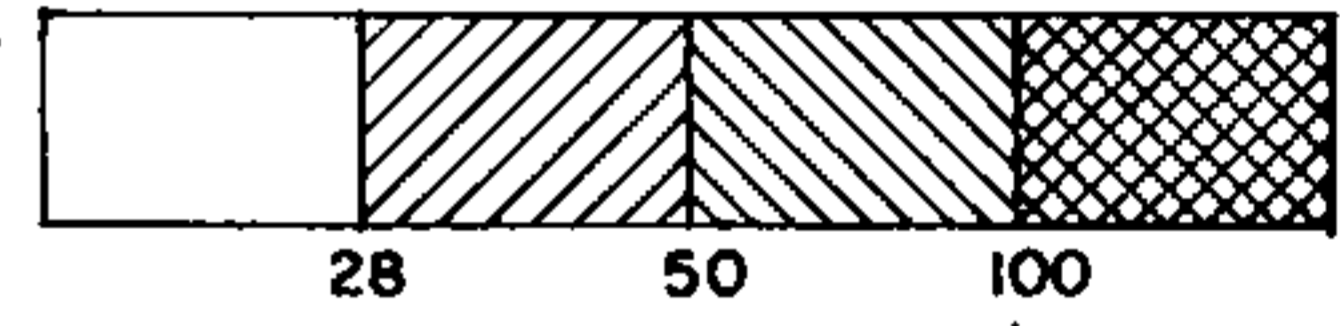
FIG. 30
FAZENDA URUBÚ

Distribuição de Cu, Ni e Zn
no solo de dioritos e gabros.

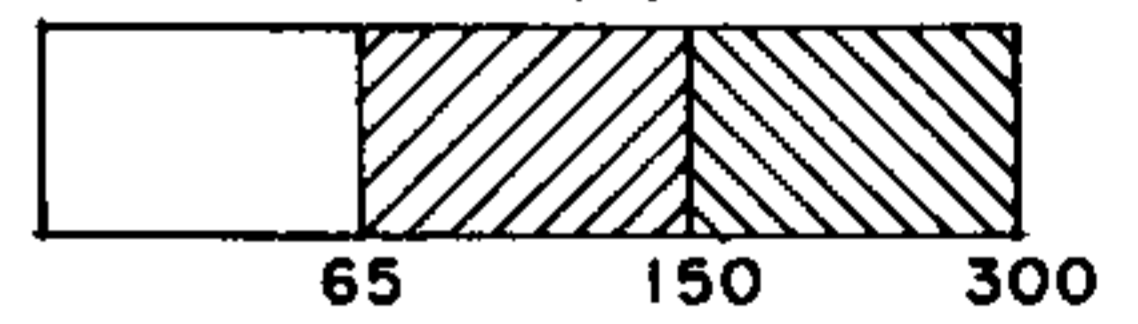
- Ponto amostrado
- * Malaquita em blocos de rocha

0 100 200m
Escala 1:5.000

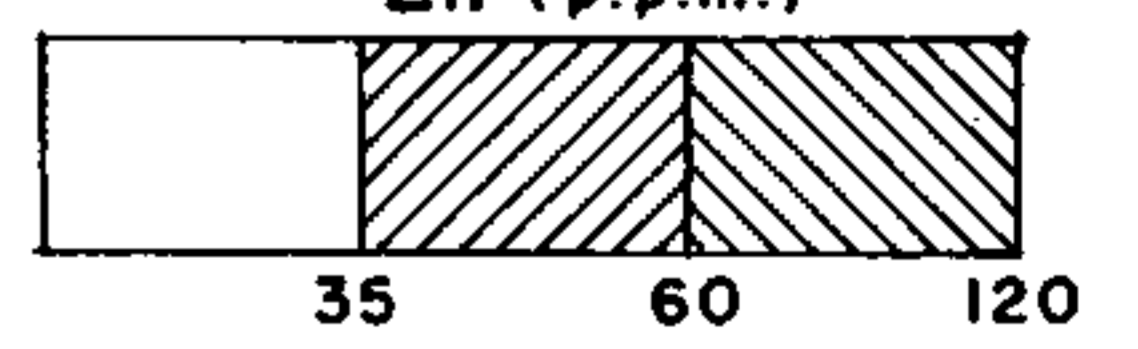
Cu (p.p.m.)



Ni (p.p.m.)



Zn (p.p.m.)



	Cu	Ni	Zn
T. F.	28	65	35
V. L.	50	150	60

determinação dos ions com extração a frio; elementos fareja-
dores, etc. Uma pesquisa deste tipo implica necessariamente
em amostragem em poços e trincheiras, visando o estabeleci-
mento de uma correlação entre os parâmetros geoquímicos e as
eventuais mineralizações da área.

7.1.3.6 - Geoquímica dos solos do granito Mucambo

Com o objetivo de orientar futuros trabalhos de
prospecção na área do granito Mucambo com vistas a novas o-
corrências de fluorita e alguns metais eventualmente associa-
dos, procedeu-se a uma amostragem de solo residual no inter-
valo 45-50 cm de profundidade, em perfis lineares ao longo
de algumas estradas e de distribuição grosseiramente radial
a partir da cidade de Mucambo, plotados no mapa da figura
6.

Cerca de 130 amostras foram analisadas para Zn,
Pb, Cu e Ba, Bi e Mo e determinado o pH. Com exceção do zin-
co, todos os demais elementos foram determinados por espec-
trografia semi-quantitativa. No caso do bismuto e molibdê-
nio, devido ao limite mínimo de detecção do método, 10 p.p.m.
e 5 p.p.m., respectivamente, muitas vezes superior à expecta-
tiva média de teores no material analisado, não se registra-
ram quaisquer resultados. Os valores obtidos para cobre si-
tuam-se na faixa 5-10 p.p.m. sem contraste significativo. Pa-
ra zinco, chumbo e bário, foram determinados os parâmetros
geoquímicos de maior significância, usando-se a mesma técni-
ca estatística mencionada no capítulo anterior, e cujos re-

sultados são discutidos abaixo.

Os valores de pH obtidos indicam a dominância de solos ácidos (pH-5-6) com manchas isoladas de carácter neutro.

a - ZINCO: A linha de frequência cumulativa obtida (figura 31), corresponde a dois segmentos de reta com ponto de inflexão próximo a ordenada 80%. Este tipo de representação evidencia um excesso de valores baixos em uma população essencialmente log-normal, e deve ser interpretada em nosso caso, como proveniente de amostragem em áreas de colúvio da Formação Serra Grande, que mascara parcialmente o bordo sul do "stock" granítico. O background e o valor limiar, 70 e 200 p.p.m., respectivamente, são normais para este tipo de solo. Apenas duas amostras da população ultrapassam o valor limiar, o que não constitui fato significativo.

b - CHUMBO: Os valores analíticos para o chumbo forneceram uma linha de frequência cumulativa simples, (figura 31) típica de distribuição log-normal, sem interferência. Os parâmetros obtidos, 25 p.p.m. e 75 p.p.m. para background e valor limiar enquadram-se na faixa de variação normal. Os coeficientes de desvio iguais para zinco e chumbo indicam que ambos os metais estão igualmente dispersos, o que aliás pode ser visualizado pelo paralelismo das respectivas linhas da frequência.

c - BÁRIO: Observa-se uma marcada semelhança nas linhas de frequência cumulativa do Ba e Zn, evidenciando uma

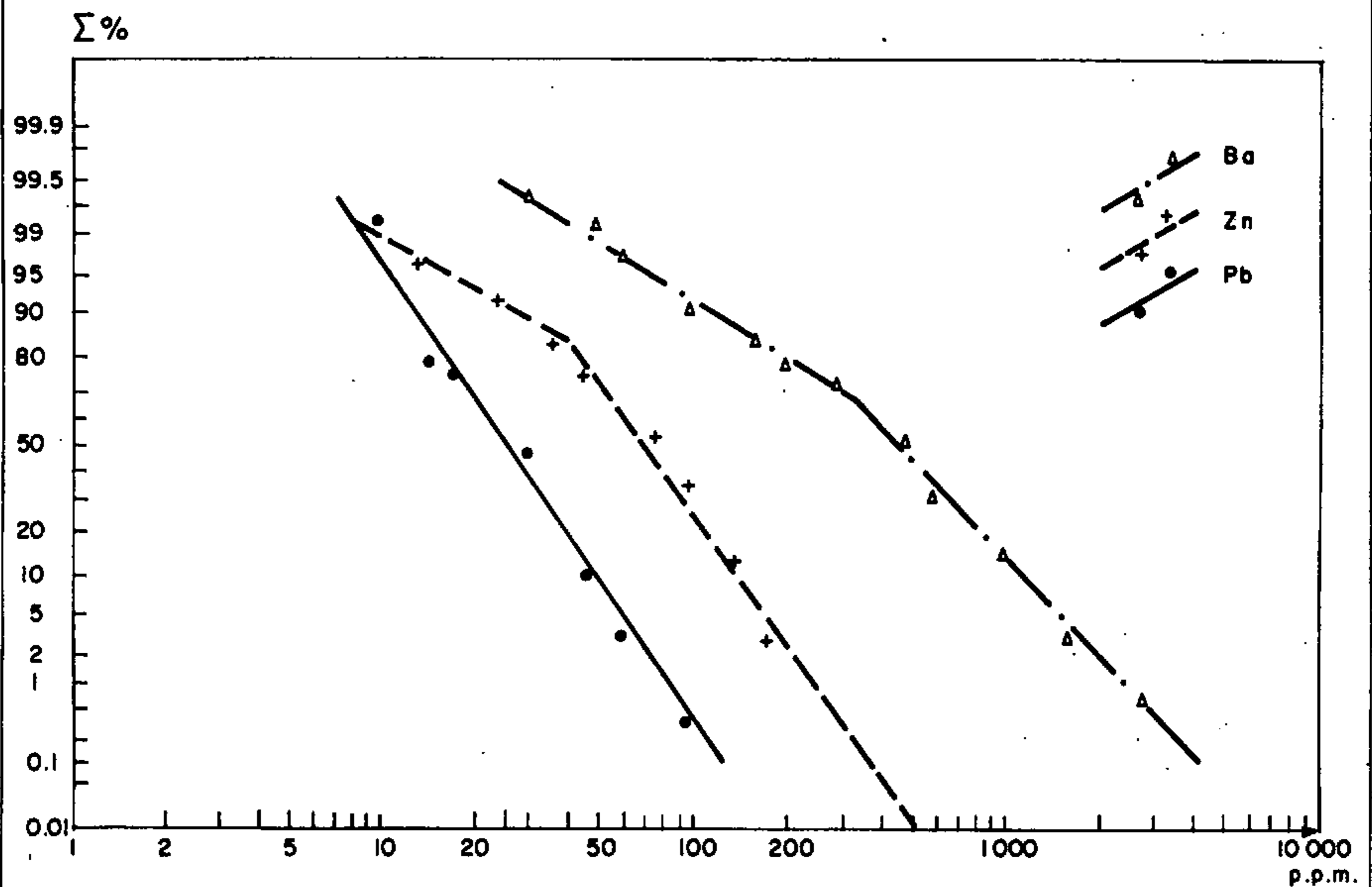


Fig. 31 Linhas de Frequencia cumulativa para Zn, Pb e Ba em solos residuais do granito Mucambo.

FIG. 32 PARAMETROS GEOQUÍMICOS PRINCIPAIS PARA OS ELEMENTOS CITADOS, EM SOLO DE EFUSIVAS, SUB-VULCÂNICAS E DO GRANITO MUCAMBO.

	ANDESITOS E ESPILITOS			GABROS E DIORITOS			GRANITO MOCAMBO		
	Cu	Zn	Ni	Cu	Zn	Ni	Zn	Pb	Ba
TEOR DE FUNDO p.p.m.	40	40	65	28	35	65	70	25	450
VALOR LIMAR p.p.m.	115	45	70	50	60	1.50	200	70	1900
COEFICIENTE DO DESVIO	*	1.45	1.35	1.35	*	1.30	1.61	1.60	2.10

* - NÃO CALCULADO

boa correlação dos dois elementos, (figura 31). A inflexão negativa observada reflete também a amostragem em área de colúvio da Formação Serra Grande. A correlação Zn/Ba e a maior dispersão deste último o indica como elemento farejador de grande importância em programas de prospecção sistemática nesta área.

7.2 - GEOQUÍMICA REGIONAL

7.2.1 - Introdução

Mesmo não estando prevista na programação do Projeto Jaibaras, foi executada uma campanha geoquímica de reconhecimento em cerca de 10.000 km² da área mapeada, visando avaliar a viabilidade de aplicação da metodologia em regiões de características semelhantes e fornecer subsídios para a localização e delimitação de eventuais províncias geoquímicas e metalogênicas. A pesquisa limitou-se unicamente às áreas de afloramento do embasamento pré-Cambriano distribuídas nas folhas Chaval, Granja, Bela Cruz, Sobral e Ipú. As áreas costeiras de coberturas cenozóicas foram eliminadas "a priori" do programa, da mesma forma que os sedimentos siluro-devonianos da bacia do Meio Norte. As áreas de afloramento dos Grupos Bambuí e Jaibaras onde se alcançou um nível mais avançado de conhecimentos geológicos, também foram excluídos da programação geoquímica regional, julgada inadequada a mesma.

7.2.2 - Metodologia

A metodologia utilizada no Projeto Jaibaras para o programa de geoquímica regional adotou, na concepção da rede de amostragem, alguns parâmetros consagrados em outras áreas, neste tipo de pesquisa de reconhecimento. Operamos com uma densidade da ordem de 1 amostra/70 km², com áreas de influência ou captação de cada amostra variando na faixa de 15-30 km². Nos locais selecionados em função daqueles crité-

rios e das facilidades de acesso, foram coletadas amostras de cerca de 300 gramas da fração fina dos sedimentos jacentes no canal ativo dos riachos. Em alguns casos devido a completa ausência de sedimentos finos foram coletadas amostras de granulometria grosseira e bastante heterogênea.

Todas as amostras foram analisadas por espectrografia de emissão, para trinta elementos, na fração inferior a 80 mesh conforme recomendações do DNPM para este tipo de reconhecimento. Os elementos analisados foram os seguintes: Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn, Zr.

Quanto ao método analítico utilizado, julgamos em parte inadequado a uma pesquisa deste tipo, considerando que os limites inferiores de detecção para um grupo de elementos de alta significância geoquímica (Ag, As, Au, Bi, Cd, Mo, Sb, Sn, W, Zn) são bastante superiores, em alguns casos cerca de 15 a 20 vezes, às expectativas de concentração média no material analisado. Outro grupo de elementos com limites de detecção muito próximo aos teores máximos esperados resultou em uma sequência de valores uniformes, sem qualquer contraste geoquímico. É o caso, por exemplo de B, Be, Nb e Sc. Os quatorze elementos mencionados por insuficiência dos dados analíticos foram alijados da fase de interpretação dos resultados.

7.2.3 - Tratamento e Interpretação dos Dados

O exame preliminar dos dados analíticos obtidos

por espectrografia de emissão eliminou da fase de tratamento e interpretação, quatorze dos trinta elementos determinados, pelas razões já expostas. Do grupo remanescente, temos a considerar cinco elementos, a saber: Fe, Mg, Ca, Ti e Mn, julgados importantes como elementos coadjuvantes em processos de interpretação integrada, porém sem maior significado, no caso de técnicas de tratamento individualizado de cada elemento, não sendo por este motivo objeto de maior atenção neste relatório.

Os onze elementos restantes a saber, Cu, Pb, Ni, Co, Cr, Ba, V, Sr, Y, Zr, La, receberam um tratamento estatístico simples, segundo a técnica recomendada por Tennant & White, (op.cit.), modificada por Lepeltier, (op.cit.). Os dados analíticos de cada elemento foram plotados na forma de curvas de frequência cumulativa em gráfico log/probabilidade, obtendo-se, quando possível, os três principais parâmetros estatísticos da significação geoquímica a saber: teor de fundo, valor limiar e coeficiente de desvio ou dispersão, os quais encontram-se tabulados na fig. 36.

O exame das linhas de frequência cumulativa obtidas (figuras 33, 34 e 35), evidencia um comportamento semelhante de alguns grupos de elementos, comentados a seguir, reflexo de suas afinidades geoquímicas no ciclo de dispersão secundária.

a - Elementos associados a fração leve dos sedimentos: Os elementos normalmente concentrados na fração leve dos sedimentos (Cu, Ni, Co, Pb), estão representados por

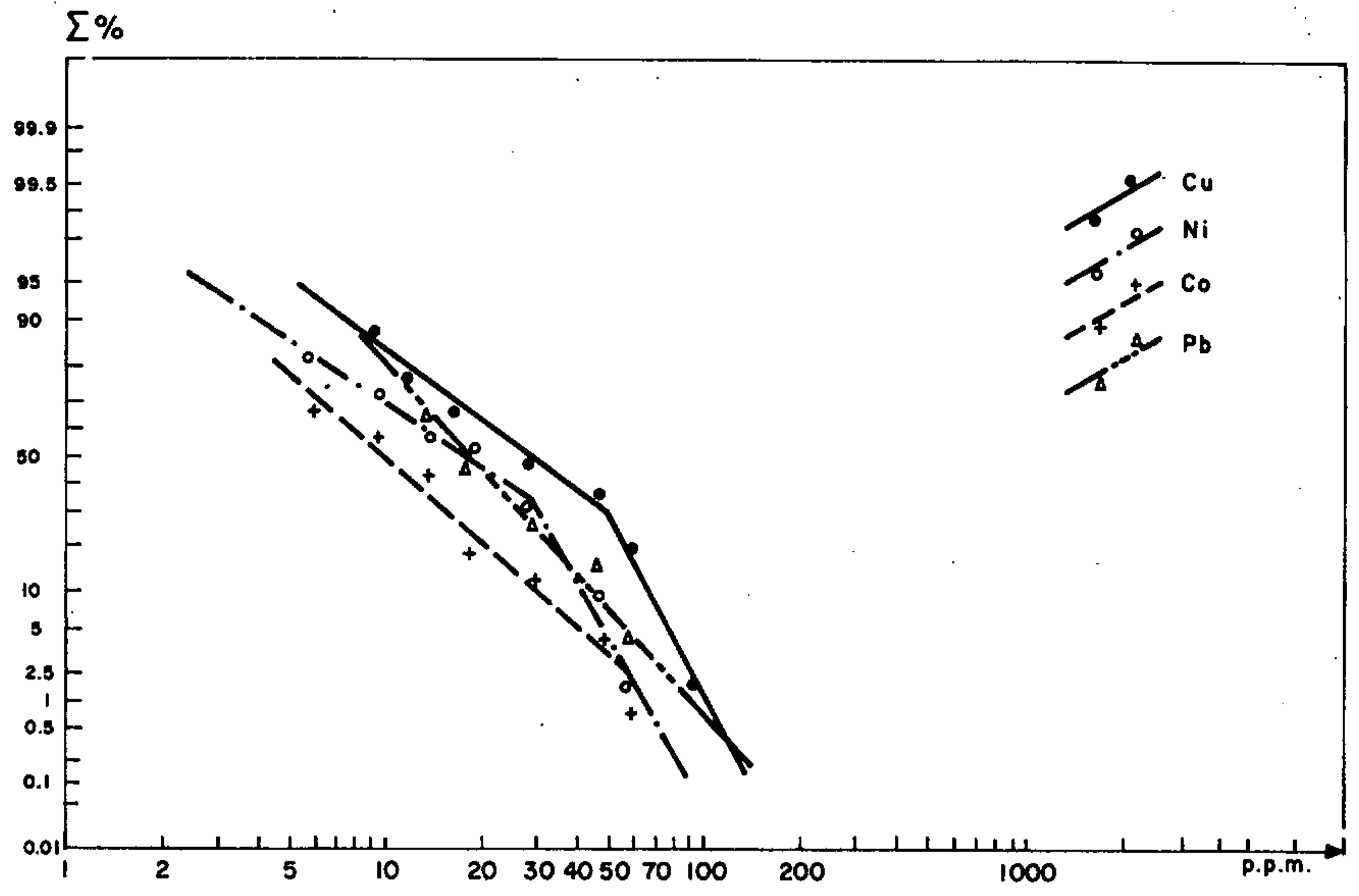


Fig. 33 Linhas de Frequência cumulativa para Cu, Ni, Co e Pb na fração < 80 mesh de sedimentos de corrente em áreas metamórficas pré-cambrianas.

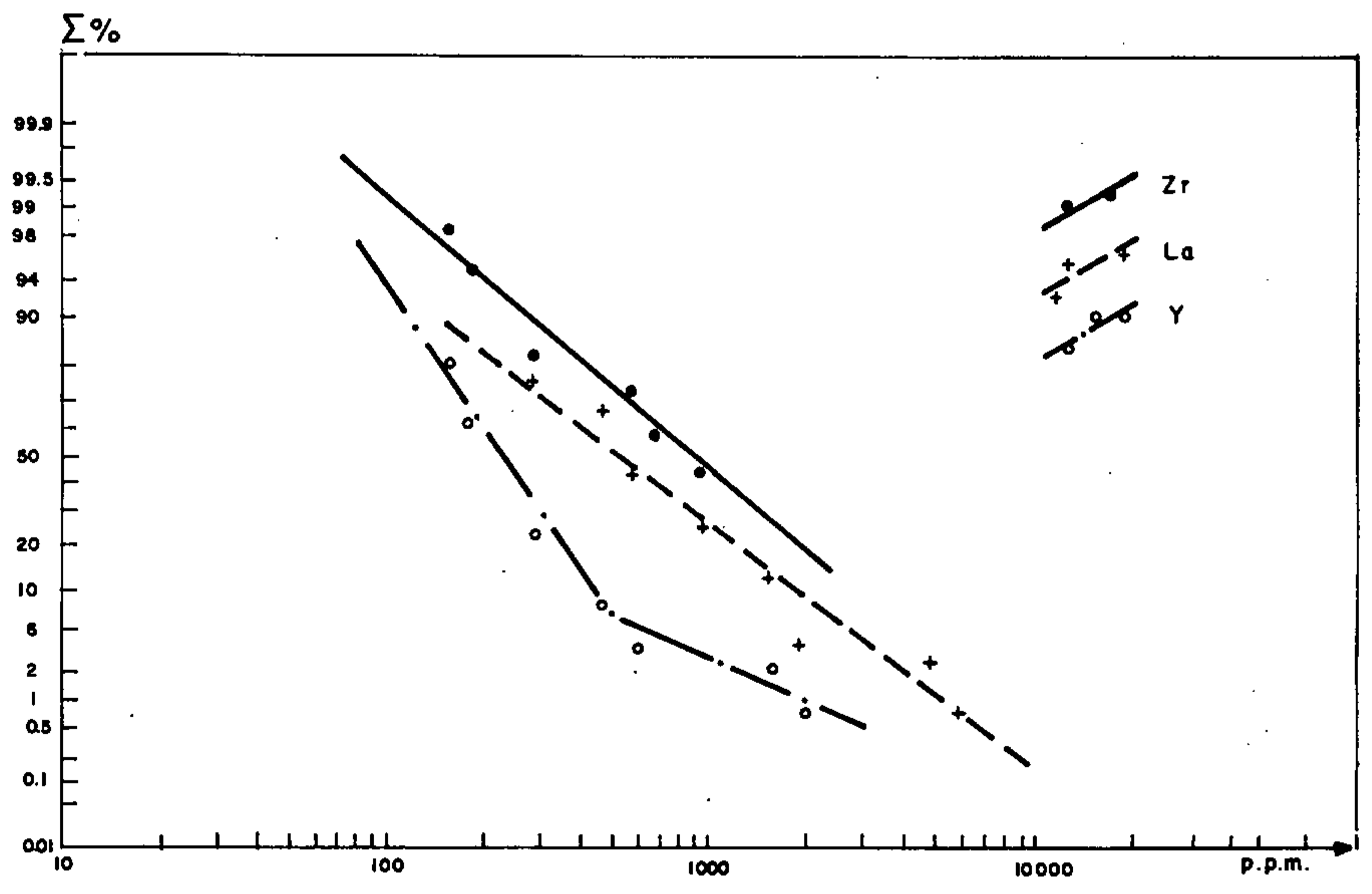


Fig. 34 Linhas de Frequência cumulativa para Zr, La e Y na fração < 80 mesh de sedimentos de corrente em áreas metamórficas pré-cambrianas.

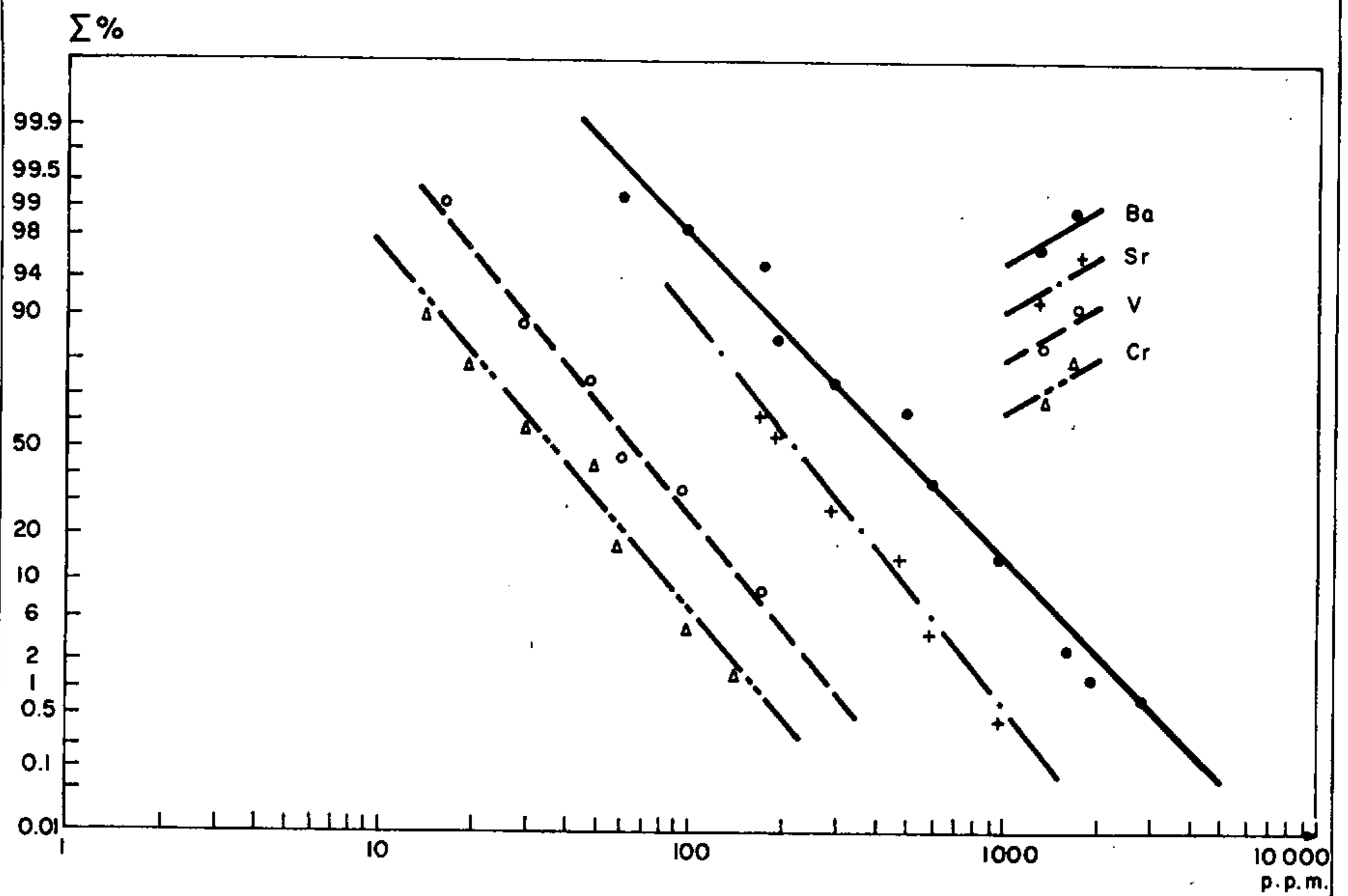


Fig. 35 Linhas de Frequência cumulativa para Ba, Sr, V e Cr na fração <80 mesh de sedimentos de corrente em áreas metamórficas pré-cambrianas.

Fig. 36 Parametros Geoquímicos principais para os elementos citados, em sedimentos de corrente em áreas metamórficas pré-cambrianas.

	Cu	Ni	Co	Pb	Ba	Sr	V	Cr	Zr	La	Y
TEOR DE FUNDO (p.p.m.)	35	18	10	18	450	200	65	35	900	50	24
VALOR LIMIAR (p.p.m.)	125	55	44	75	1900	700	220	125	5000	360	50
COEFICIENTE DE DESVIO	+	0.30	0.34	0.30	0.05	0.30	+	0.26	+	0.48	0.16

+ NÃO CALCULADO

linhas cumulativas semelhantes, geralmente caracterizadas por uma inflexão negativa, oriunda, no caso, da presença no conjunto analisado, de amostra de granulometria grosseira. Para o cobre e o níquel, particularmente sensíveis a esta deficiência da amostragem, as linhas de frequência obtidas não são significativas, não permitindo o cálculo dos parâmetros geoquímicos. Para o chumbo, no entanto, observa-se uma típica distribuição log-normal, não evidenciando qualquer influência da heterogeneidade granulométrica do conjunto de amostras.

b - Elementos associados a fração pesada do sedimento.

Distinguimos aqui três associações de elementos, representativos de fases minerais resistentes do sedimento, a saber, cromo-vanádio, ligado provavelmente a magnetita e outros óxidos, estroncio e bário representativos de fase carbonática-detritica e o grupo do zirconio, itrium, ligados ao zircão e a monazita. As linhas de frequência cumulativa para todos estes elementos correspondem às distribuições do tipo log-normal, verificando-se apenas variações nos níveis de dispersão, expressas nos respectivos coeficientes de desvio.

A pesquisa geoquímica em sedimentos de corrente no ambiente das rochas pré-Cambrianas, não revelou elementos novos em termos de áreas prospectivas. Como instrumento coadjuvante a pesquisa geológica, a metodologia aqui discutida poderá vir a desempenhar papel importante em áreas de con



dições semelhantes à região noroeste do Ceará. Em termos de pesquisa regional integrada, os elementos aqui obtidos são de grande valia e deverão ser utilizados em futuros trabalhos específicos.



8 - GEOLOGIA ECONÔMICA

8.1 - GENERALIDADES

A área incluída neste relatório, como de resto, toda a região noroeste do Ceará não tem qualquer tradição mineira, o que de certa forma reflete a pobreza e/ou o desconhecimento da mesma no que diz respeito a seus recursos minerais. Com exceção da lavra de calcário da Formação Frecheirinha para produção de cimento portland, empreendimento relativamente recente, apenas uma tentativa frustrada de aproveitamento de minério de ferro da fazenda Angostura, registrou-se na região aqui descrita. Desconhece-se também qualquer campanha de prospecção na área, visando bens minerais específicos.

Os conhecimentos adquiridos no Projeto Jaibaras, indicam contudo perspectivas altamente promissoras em decorrência do alto potencial mineralizante das tipologias identificadas e das novas ocorrências minerais descobertas.

Neste capítulo tratamos apenas dos aspectos ligados as ocorrências minerais da área. A discussão da vocação metalogenética das diversas tipologias observadas já foi abordada nos capítulos referentes às unidades geológicas envolvidas.

8.2 - MINÉRIO DE FERRO DA FAZENDA ANGOSTURA

Cadastro de Ocorrências Minerais - Ficha nº 5

Desconhece-se a época e o autor da descoberta de minério de ferro nas terras da fazenda Angostura, situada no Município de Sobral, cerca de 10 km a sudoeste do lugarejo Aprazível, no flanco norte da serra do Carnutim. No princípio dos anos sessenta esta ocorrência despertou o interesse de empresa ligada a mineração no Ceará (Ceará Minérios S.A. - sediada em Fortaleza), com vistas ao eventual aproveitamento do minério para produção de ferro-gusa. Naquela época foram desenvolvidos na ocorrência, trabalhos de prospecção bastante detalhados, por parte da empresa interessada e em maior escala por parte da SUDENE, resultando na definição de seu potencial e suas características químicas e genéticas. Os trabalhos do Projeto Jaibaras na área da fazenda Angostura limitaram-se a apreciar o condicionamento geológico e genético da jazida uma vez que os relatórios existentes a indicam como absolutamente marginal e sem qualquer valor econômico.

O minério de Angostura é constituído exclusivamente de hematita, em blocos maciços, com abundância da variedade specularita, sendo frequentes "habitus" de cristalização fibro-radiado e em cristais placosos. Em íntima associação com a hematita observam-se em alguns afloramentos pequenas drusas de quartzo, epidoto e fluorita roxa em cristais diminutos.

Geologicamente a jazida localiza-se na parte interna da auréola de termometamorfitos do granito Mucambo, na

zona de contato das formações Frecheirinha e Coreau, sendo comuns no local, calcários e arenitos silicificados e recristalizados, calco-hornfels, e biotita-cordierita hornfels, além das fácies de borda do "stock" granítico. Morfológica_{mente} estas litologias correspondem a "hog-backs" alinhados, paralelos a borda do granito.

Foram reconhecidos dois tipos de ocorrências no minério de ferro de Angostura:

a - Minério rolado distribuído nas vertentes das colinas quartzíticas e representado por blocos de hematita de tamanhos variados imersos em matriz argilo-ferruginosa a vermelhada. Este material de natureza colúvio-aluvial foi prospectado por OLIVEIRA E SILVA, (1963), que indicou reservas inferiores a 100.000 tons. em área de 15 km², portanto sem nenhum sentido econômico.

b - Minério primário na forma de diques cortando ora os calcários Frecheirinha, ora os quartzitos da Formação Coreau. Estes diques de extensão limitada nos afloramentos tem continuidade por sob a capa de colúvio acompanhando as bordas do granito, conforme resultados de levantamentos magnetométricos executados por RAND, in COBRA, (op. cit.).

Com base nos trabalhos de OLIVEIRA E SILVA, RAND, e em observações pessoais, COBRA (op. cit.), estima valores máximos de um milhão de toneladas para as reservas de minério de ferro em Angostura, portanto, irrisória, sob qualquer ponto de vista. O mesmo autor sugere uma gênese ligada a substituição nos arenitos e calcários, por efeito do metamor

fismo térmico, na zona de contato com o granito ou mais provavelmente ligada a preenchimento de fraturas por material ferrífero posteriores as intrusões graníticas.

As nossas observações na zona mineralizada indicam claramente a limitação da mineralização às fraturas nas rochas encaixantes, bem como no próprio granito, evidenciando a natureza tardia das soluções mineralizantes. Paragênese idêntica a da fazenda Angostura, specularita-fluorita-epidoto-quartzo, foi também observada em veios cortando o granito vermelho de afinidade alcalina, em outros pontos do "stock" granítico, sendo a localidade típica a fazenda Caetano, cadastrada como ocorrência de fluorita.

O modo de ocorrência e a paragênese mineral, especialmente a presença de fluorita sugerem uma gênese ligada a manifestações hidrotermais tardias, quando a massa granítica tinha-se consolidado, pelo menos em parte.

8.3 - FLUORITA DA FAZENDA CAETANO

Cadastro de ocorrências minerais - Ficha nº 13

A fazenda Caetano localiza-se na estrada Mucambo-Pirituba, próximo da borda sudoeste do "stock" granítico de Mucambo. A presença de fluorita foi registrada nos trabalhos de mapeamento regional do Projeto em blocos de rocha fresca removidos durante a escavação de uma cacimba na sede da fazenda.

Ocorre no local um granito avermelhado, grosseiro, constituído essencialmente por feldspato potássico, cor de carne, quartzo e massas irregulares de hornblenda verde. Esta rocha corresponde a fácies alcalina do "stock" granítico do Mucambo. No local a rocha sofreu intenso fraturamento, porém o seu arranjo interno não foi afetado. Ao microscópio, também não se observou estruturas cataclásticas. As fraturas foram preenchidas por specularita, fluorita, quartzo e epidoto, formando veios de até 5 cm de espessura, em contatos bruscos com o granito encaixante. O comportamento tectônico assinalado, indica tratar-se de fraturas de distensão na fase de resfriamento do maciço, não estando relacionadas a esforços de compressão ou cisalhamento.

Como já observamos, a fluorita da fazenda Caetano e o ferro da fazenda Angostura estão geneticamente relacionados e correspondem a manifestações hidrotermais ou pneumatóliticas das fases derradeiras de resfriamento do magma granítico.



A ocorrência aqui descrita não apresenta qualquer interesse do ponto de vista econômico, porém indica a possibilidade de mineralizações de maior porte em sítios mais favoráveis do "stock" e principalmente indica a atuação de soluções de alto potencial mineralizante nas zonas de contato com os calcários da Formação Frecheirinha. A cobertura de espesso solo residual na maior parte do corpo granítico, bem como nas áreas de calcário, impossibilita a localização de mineralizações eventuais e enfatiza a necessidade da aplicação de métodos indiretos de pesquisa das mesmas.

8.4 - COBRE NAS FAZENDAS CAMPINA E URUBÚ

Cadastro de ocorrências minerais nºs 18 e 19

Duas importantes ocorrências de minerais oxidados de cobre foram descobertas no decorrer do Projeto, associadas as rochas vulcânicas da Formação Parapuí. As áreas das ocorrências localizam-se na folha Frecheirinha, cerca de 6km ao sul de Aprazível, município de Sobral.

A ocorrência da fazenda Campina verificada em impregnações e preenchimentos de malaquita e azurita em blocos de rochas parcialmente intemperizadas e distribuídas em área de relevo levemente ondulado, com cerca de 250 m x 100 m, está aparentemente associada a uma faixa de andesitos espilitizados e aglomerados vulcânicos em uma zona de transição para uma fácies mais ácida, de composição dacítica. Esta última unidade encontra-se intensamente epidotizada e cloritizada e corresponde aos hidrotermalitos descritos. Como elemento complementar ocorrem níveis de jaspe vermelho, piritoso, com frequentes e abundantes concentrações de specularita. Estruturas que lembram "pillow-lavas" foram observadas nas proximidades das ocorrências. A cobertura de solo residual não permite observações mais detalhadas do interrelacionamento das unidades petrográficas identificadas.

Um levantamento geoquímico de orientação executado sobre a ocorrência (vide capítulo 9 - Geoquímica) revelou um quadro bastante animador e sugere a existência de outra faixa mineralizada situada ao sul das ocorrências originais. Com efeito, a extensão e consistência das anomalias desco

bertas associadas a tipologia identificada, nos permite considerar esta área como prospecto altamente promissor, enfatizando o alto potencial metalogenético da Formação Parapuí.

As ocorrências de cobre da fazenda Urubú e adjacências, associam-se a complexos intrusivos de natureza gabro-diorítica. Manifestam-se pela presença de minerais oxidados de cobre (malaquita e azurita) e raramente restos de calcopirita, em blocos de rocha jacentes em solo argiloso residual. A área de ocorrência estende-se em uma faixa de topografia plana de aproximadamente 250 x 50 m, correspondente a uma zona de brechação e cataclase da rocha intrusiva e está associada a carbonatos e sílexitos secundários. O mapeamento revelou tratar-se da zona milonítica da falha Café-Ipueiras, que secciona o corpo intrusivo na região mineralizada. Considerando a amplitude e intensidade da zona de quebraimento da falha Café-Ipueiras, é lícito se esperar na região da fazenda Urubú um amplo desenvolvimento da brecha gabro-diorítica, hospedeira da mineralização de cobre. Quanto a mineralização em si, como hipótese para pesquisa, acreditamos estar ligada a manifestações hidrotermais contemporâneas ao vulcanismo da bacia Jaibaras.

A pesquisa geoquímica empreendida na área de interesse (vide capítulo 9) das ocorrências, não acrescentou elementos positivos ao conhecimento da mineralização, carecendo de trabalhos adicionais para definição de uma tecnologia de pesquisa adequada ao problema.

No capítulo que trata de Formação Parapuí insere-



se comentários detalhados sobre o valor potencial destas
ocorrências de cobre, com base em critérios petrográficos e
petroquímicos.

8.5 - CALCÁRIO DE APRAZÍVEL E FRECHEIRINHA

Cadastro de ocorrências minerais - Ficha nº 14

O mais importante recurso mineral conhecido na área objeto deste relatório são as enormes acumulações de calcário epi-metamórfico da formação Frecheirinha. Esta unidade lito-estratigráfica do grupo Bambuí ocupa extensas áreas, na região compreendida entre a serra Meruoca-Rosário e a serra da Ibiapaba, e é composta essencialmente de um calcário preto-azulado de granulação fina, intensamente fraturado e cortado por veios recristalizados de calcita branca.

Para caracterização química dos calcários foram executadas quatro análises completas, em amostras do tipo "pick-sample" em afloramentos típicos nas regiões de Frecheirinha, Aprazível e fazenda Piancó, transcritas abaixo.

	1	2	3	4
Unidade (105-115 C)	0.10	0.11	0.12	0.21
Perda a 1000°C.	43.31	40.97	41.46	16.58
Al ₂ O ₃	0.20	0.24	0.10	0.65
Fe ₂ O ₃	0.14	0.41	0.69	0.71
CaO	54.09	50.82	51.94	20.00
MgO	1.03	0.86	0.53	0.16
P ₂ O ₅	0.03	0.05	0.07	0.15
K ₂	0.01	0.14	0.13	1.68
R.I.	0.89	5.83	4.62	61.10

1 - Estrada Aprazível - Mucambo-Afl. 1139-CI-R-141

- 2 - Estrada Frecheirinha - Ubaúna - Afl. 1139-CL-R-1256
- 3 - Estrada Aprazível - Ubaúna - Afl. 1139-CL-R-63
- 4 - Fazenda Piancó - Afl. 1139-CL-R-1258

Em todas as análises, os teores de magnésio, fósforo, potássio, alumínio e ferro, são baixos e variam dentro de limites estreitos, não chegando a constituir elementos nocivos ao seu aproveitamento industrial. O resíduo insolúvel, representado quase exclusivamente por sílica, varia dentro de limites aceitáveis nas três primeiras análises. A amostra da fazenda Piancó, na secção basal da Formação pode ser melhor classificada como arenito calcífero em virtude do alto percentual do R.I. representado por sílica detrítica e que corresponde a zona de transição com a Formação Trapiá, subjacente.

As reservas de calcário da Formação Frecheirinha, em função da sua área de ocorrência e das espessuras estimadas atingem cifras da ordem de dezenas de milhões de metros cúbicos de material de boa qualidade, adequado a maioria das aplicações industriais. O aproveitamento desta imensa reserva mineral é ainda incipiente e resume-se ao empreendimento da Cia. Cearense de Cimento Portland com unidade industrial na cidade de Sobral, produzindo cerca de 100.000 toneladas/ano de cimento tipo portland. A jazida da C.C.C.P. localiza-se 6 km a NW do povoado Aprazível em terras da fazenda Chega e Volta e dista cerca de 30 km da fábrica. A lavra se processa a céu aberto, é toda mecanizada, e o transporte do minério até a fábrica é efetuado por via rodoviária em uma frota de caminhões basculantes, sendo quase todo o percurso em trechos pavimentados das rodovias CE-71 e BR-222.

Segundo informações dos técnicos da C.C.C.P. os únicos problemas com relação a matéria prima, deriva do caráter extremamente abrasivo do calcário, o que provoca um desgaste excessivo dos britadores e moinhos, com reflexos negativos nos custos da produção. O fraturamento intenso em algumas áreas da jazida tem criado problemas de desmonte, resultando em aumento no consumo de explosivos.

Na região de Frecheirinha, onde as ocorrências de calcário se maximizam, o aproveitamento desta matéria prima resume-se à queima em caieiras primitivas para a produção de cal, utilizada na construção civil.

8.6 - CIANITA DE TRAPIÁ

Cadastro de ocorrências minerais - Ficha nº 1

No decorrer do Projeto Jaibaras foram descobertas ocorrências de cianita na localidade Trapiá, entre os riachos Trapiá e Salgado, na parte sul-central da folha Sobral. O lugarejo Trapiá situa-se a 28 km S.SE da cidade de Sobral e seu acesso a partir desta cidade é feito pela BR-222, no trecho Sobral-Forquilha, tomando-se na altura do km 14, a estrada para Santa Quitéria. A quatro quilômetros deste ponto, toma-se uma carroçável, a direita, até a localidade Trapiá.

A presença de cianita foi inicialmente detectada nas cercanias do povoado Trapiá, estendendo-se para oeste, até a localidade Salgado, as margens do riacho do mesmo nome, em uma faixa de aproximadamente 3 km de largura e 5 km de comprimento. Na área, a cianita ocorre disseminada irregularmente na sequência de quartzitos feldspáticos, gnaisses a granada e biotita, normalmente em teores muito baixos, como acessório da rocha e excepcionalmente em concentrações maiores. A faixa de ocorrência segue fielmente às lineações regionais orientadas segundo 330° Az e para tratar-se de um horizonte hiper-aluminoso encaixado na sequência clástico-pelítica normal. Não foi constatada continuidade da mineralização para o norte ou para o sul da área visitada. Estruturalmente, a ocorrência localiza-se no flanco oeste da anticlinal de Forquilha, truncado por falhamento de direção meridiana e este, por sua vez, seccionado pelo sistema de falhamentos Amanaiara-Forquilha, orientado segundo NE-SW. Não

foram observadas relações diretas da mineralização com os falhamentos mencionados.

A cianita, de cores azul clara, azul acinzentada e cinza, ocorre em seu habitus prismático típico, em indivíduos alongados de até 3 cm dispersos aleatoriamente nas rochas ou formando agregados associados a bolsões de quartzo. Nestes últimos, chega a formar concentrações da ordem de 50-60 %, em volume, do total da rocha. O controle da mineralização parece estar ligado ao grau metamórfico desenvolvido a níveis da fácies almandina-anfibolito, Turner e Verhoogen, (op. cit.), sobre uma sequência clástico-pelítica hiper-aluminosa.

Do ponto de vista de aproveitamento econômico, a ocorrência de cianita aqui referida mostra-se pouco animadora em virtude dos fracos teores encontrados e ainda do carácter altamente dispersivo dos bolsões de maior concentração.

8.7 - CHUMBO - FAZENDA SACO

A ocorrência de galena em terras da fazenda Saco, situada a cerca de 2 km ao norte de Reriutaba (folha Ipú), tem sido frequentemente citada na bibliografia específica da área; Andrade, (op. cit.); Campos, (op. cit.). Segundo estes autores, associam-se à galena, blenda, pirita, calcopirita e ouro, irregularmente distribuídos em uma ganga de quartzo, constituindo a ocorrência, um exemplo de veio polimetálico de natureza hidrotermal.

A faixa mineralizada, corresponde a veios de quartzo, descontínuos, com espessura nunca ultrapassando 1 metro, orientados segundo 70° Az, com extensão provada de aproximadamente 600 metros, encaixados discordantemente nos migmatitos regionais. Situam-se na zona axial de uma sinclinal de grande amplitude, sugerindo tratar-se de fraturas de distensão preenchida por material silicoso de natureza hidrotermal. Não constitui ressalto topográfico, aflorando ao mesmo nível dos migmatitos encaixantes.

Os pontos mineralizados distribuem-se de maneira irregular e aleatória ao longo dos veios. São facilmente visualizados no terreno pela presença de blocos silicosos e limoníticos, de cores variegadas, com estrutura vacuolar do tipo "box-works", caracterizando um típico "chapeu de ferro". Os blocos limoníticos encerram restos de galena em franco processo de oxidação e raramente grãos milimétricos de calcopirita com halos de malaquita secundária. Em algumas amostras observam-se raros cristais de piromorfita. A pirita e

possivelmente arseno-pirita, aparecem disseminadas em blocos de quartzo, mormente na extremidade NE da faixa mineralizada. A barita em habitus prismático tabular ocorre em blocos decimétricos soltos ao longo dos veios de quartzo. Algumas escavações exploratórias antigas, até 5-6 metros de profundidade, evidenciam a natureza irregular dos veios de quartzo e mostram claramente o carácter subordinado da mineralização sulfetada na ocorrência, que do ponto de vista global, deve ser encarada como mero acessório. Não foi constatada a presença de blenda e os concentrados da bateia de amostras coletadas nas calhas dos riachos que drenam a área mineralizada, também mostraram-se negativos para ouro.

De acordo com as nossas observações, a associação primária amostrada, do tipo quartzo-galena-pirita-arsenopirita (?) - barita-calcopirita, corresponde a paragênese típica da primeira fase do estágio hidrotermal, no esquema paragenético de NIGGLI, in Amstutz, (op. cit.). Julgamos improvável uma associação genética da mineralização com a intrusão granítica cambro-ordoviciana do Mucambo, como foi sugerido por Winge (op. cit.). O posicionamento tectônico dos veios sugere uma contemporaneidade da mineralização com a fase tardia da orogênese que afetou a sequência para-metamórfica, ainda no pré-Cambriano.

Por se tratar de ocorrência isolada na área, de reduzidas dimensões e carácter descontínuo, onde a mineralização de interesse constitui mero acessório do conjunto, o prospecto da fazenda Saco, do nosso ponto de vista, carece de importância econômica.

8.8 - OURO EM RERIUTABA

Referências às ocorrências de ouro na região de Carirí-Reriutaba e Ipú já se incorporaram à tradição da crônica sobre os recursos minerais do Estado do Ceará. Mesmo ciente da problemática inerente a pesquisa de ouro aluvionar, que solicita sempre uma programação detalhada e específica, procurou-se fazer, dentro das limitações de um Projeto de mapeamento regional, uma avaliação preliminar da região acima mencionada, com respeito a seu potencial aurífero. Adotou-se basicamente a metodologia descrita por Fischer & Fischer (1968), desenvolvida em pesquisa experimental para o U.S.G.S..

A técnica de amostragem e concentração seguiu fielmente as recomendações daqueles autores, e consistiu na coleta de sedimentos grosseiros (areias e cascalhos) do leito dos riachos, nos pontos de perda de carga da corrente, que correspondem, obviamente, aos locais de maior concentração dos minerais pesados. As amostras coletadas, pesando em média 33 quilos, foram bateadas, obtendo-se concentrados com peso variando entre 60 e 260 gramas, os quais foram remetidos ao laboratório para determinação de ouro. A técnica analítica adotada, consistiu na obtenção da fração pesada do concentrado, tomando-se 10 gramas deste, quando possível, ou quantidades inferiores, para determinação de ouro por absorção atômica. A sensibilidade teórica do método varia entre 0.08 e 0.02 ppm em função do peso de concentrado disponível para análise. Os valores obtidos, foram recalculados de modo a se obter a concentração de ouro em ppm nas aluviões amostradas.

Foram coletadas 41 amostras, distribuídas em áreas selecionadas por informações bibliográficas e características geológicas como potencialmente promissoras. Os resultados obtidos em cada área, serão comentados a seguir.

a - Fazenda Saco - Foram coletadas 13 amostras nos riachos e córregos que drenam as colinas onde aflora um veio hidrotermal com mineralização de chumbo (vide item 8.7). Apenas 10 amostras revelaram ouro no concentrado em teor superior ao limite da detecção, com um máximo de 0.2 ppm. Os teores recalculados nas aluviões, sempre inferiores a valores da ordem de 0.000X ppm, caracterizam esta área como absolutamente estéril e sem qualquer perspectiva de mineralização aurífera, dentro dos limites fixados por Fischer & Fischer, (op. cit.).

b - Riacho Muniz - Situa-se 4 km a oeste de Reritiba, em área de migmatitos heterogêneos. Foram coletadas 7 amostras das quais duas acusaram valores de 14.0 e 7.5 ppm Au no concentrado o que corresponde a teores da ordem de 0.005 e 0.002 ppm Au nas aluviões. A classificação sugerida por Fischer & Fischer, indica para áreas ditas fracamente mineralizadas valores recalculados entre 0.0003 a 0.0009 ppm Au nas aluviões. Dentre as sete amostras analisadas, quatro incluindo as duas amostras supra-mencionadas, situam-se francamente dentro destes limites, o que caracteriza a região do riacho Muniz como fracamente mineralizada.

c - Santo Antonio - A região do riacho Santo Antonio, situa-se nos limites da folha Ipú-Santa Quitéria, na estrada Cariré-Araras, a altura da fazenda Caiçara dos Aris-

tides. Os riachos amostrados drenam colinas constituídas de migmatitos heterogêneos cortados por veios de quartzo leitoso. Das 10 amostras coletadas, três delas acusaram valores no concentrado de 20.0, 6.0 e 4.5 ppm Au, o que corresponde a teores recalculados na faixa 0.009-0.001 ppm Au, característicos de áreas fracamente mineralizadas. As demais amostras, acusaram valores inferiores a 0.1 ppm no concentrado e quando recalculadas correspondem a teores característicos de áreas não mineralizadas.

d - Oiticica - O povoado Oiticica localiza-se a cerca de 10 km a sudoeste de Reriutaba no flanco da serra da Ibiapaba. Próximo ao povoado, foram coletadas duas amostras no leito do riacho de mesmo nome, em cujos concentrados não foi detectada presença de ouro. Recobrimo os migmatitos, assinalamos nesta área um material coluvial, ferruginoso, mal classificado e bastante endurecido, lembrando um fanglomerado com cimento laterítico. Segundo informações de moradores locais tal material já havia sido garimpado para ouro. Na única amostra coletada, a análise indicou 27.4 ppm Au no concentrado, o que corresponde a um valor recalculado de 0.002 ppm na amostra.

e - Santa Úrsula - Na área da fazenda Santa Úrsula, cerca de 10 km a leste da cidade de Ipú, foram coletadas 3 amostras em um riacho que drena uma pequena colina formada por migmatitos heterogêneos, seccionados por pequenos veios de quartzo. Todas as amostras acusaram nos concentrados, valores de ouro, próximos ao limite de detecção, o que situa a área como totalmente desprovida de interesse.

Os trabalhos preliminares executados, comprovam a presença de ouro aluvionar nas áreas Muniz e riacho Santo Antonio e no colúvio laterítico da região de Oiticica, justificando-se nestes casos a recomendação de programas específicos de pesquisa, visando a definição em termos geo-econômicos dos prospectos. As áreas da fazenda Saco e Santa Úrsula, mostraram-se absolutamente estéreis, não devendo ser objeto de futuros trabalhos de pesquisa.



9 - CONCLUSÕES

9 - CONCLUSÕES

No que concerne ao embasamento pré-Cambriano, os trabalhos do Projeto Jaibaras lograram alcançar resultados conclusivos, especialmente nos aspectos litológicos e estruturais, os quais enumeramos a seguir:

a - Do ponto de vista litológico predominam as sequências de para-metamorfitos migmatizados, desde epibolitos até típicos anatexitos e granitóides metassomáticos. O conjunto de filitos, xistos e quartzitos, mapeados como Unidade "A", não foi afetado por nenhuma fase de migmatização e deve corresponder à unidade estratigráfica mais jovem. O grau metamórfico varia desde a fácies granulito, Turner & Verhoogen, (op. cit.), desenvolvida em ambiência catazonal, e característica da sequência mapeada como Unidade "C", até os níveis superiores da fácies xistos verdes, alcançados pelos epi-metamorfitos da Unidade "A". As amplas áreas mapeadas como Unidade "B", em que pese a extrema diversidade litológica, exibem sempre associações mineralógicas típicas da fácies almandina-anfibolito. Merece destaque o desenvolvimento de termometamorfitos na área de contato com o "stock" granítico Meruoca-Rosário, com associações típicas da fácies hornblenda-hornfels. Em toda a área mapeada do embasamento é notória a franca dominância das sequências pelíticas e psamíticas, com participação subordinada de sequências carbonáticas.

b - Ainda sob o aspecto litológico, destacamos os corpos intrusivos que constituem as serras da Água Branca e

a serra da Barriga, aquele de composição sienítica e este representado por um microclina-biotita granito, ambos de caráter tardi-orogênico.

c - Definiu-se o arcabouço tectônico regional como um conjunto de blocos estruturais contíguos e bem individualizados em seus aspectos litológicos, estilo tectônico e grau metamórfico alcançado. Os baixos estruturais representados pelos grabens Martinópolis e Bambuí-Jaibaras apresentam desenvolvimento geo-tectônico policíclico, com diferenciação de ambiências geo-sinclinal e cratônica, especialmente no último.

d - Os dobramentos, de maneira geral, assumem papel secundário na estruturação do pré-Cambriano da área, sendo francamente suplantados, pelos grandes falhamentos transcorrentes orientados segundo NE-SW aos quais se associam amplas faixas de cisalhamento. Todo desenvolvimento geotectônico do noroeste do Ceará foi condicionado direta ou indiretamente a estas extensas geoclases e suas reativações cíclicas.

e - Do ponto de vista geo-econômico as rochas do embasamento pré-Cambriano na área do Projeto Jaibaras, mostraram-se aparentemente estéreis não evidenciando concentrações de nenhum bem mineral de interesse. As ocorrências cadastradas, cianita, chumbo, etc., são desprovidas de qualquer potencial econômico.

No âmbito das unidades geológicas de idade eo-cambriana e cambro-ordoviciana, registraram-se resultados impor

tantes seja do ponto de vista geológico-estratigráfico, seja do ponto de vista puramente prospectivo. Relatamos a seguir os itens julgados de maior relevância, creditados aos trabalhos do Projeto.

a - Definição de um esquema estratigráfico completo para as diversas unidades litológicas ocorrentes na área, coerente com o desenvolvimento geotectônico regional. Paralelamente, caracterizaram-se os modelos de desenvolvimento geosinclinal e cratônico, respectivamente, dos Grupos Bambuí e Jaibaras, posicionando-os no tempo e no espaço. Para a unidade geosinclinal, propomos a denominação de miogeosinclíneo da Ibiapaba.

b - O Grupo Bambuí, foi redefinido na área, juntamente com duas formações descritas na literatura, e resultou enriquecido com a individualização e definição das Formações Frecheirinha e Coreáú, agora propostas. Da mesma forma, o Grupo Jaibaras sofreu modificações substanciais em sua definição e área de ocorrência e nele foram individualizadas e criadas as Formações Massapê e Pacujá, ambas de natureza sedimentar, e a Formação Parapuí, englobando as litologias vulcânicas e sub-vulcânicas.

c - Confirmação do caráter intrusivo dos "stocks" graníticos Mucambo e Meruoca - Rosário posicionando-os como evento póstumo à orogênese Caririana na área e definição de suas afinidades petroquímicas, respectivamente, predominantemente calco-alcalina e alcalina potássica. Constatou-se ainda, com relação aos granitos, a existência de uma fase pneumato

lítica-hidrotermal, rica em fluor, o que induz à necessidade de se pesquisar em detalhe esta fenomenologia de elevado valor metalogênico.

d - Constatação da natureza consanguínea das rochas efusivas, sub-vulcânicas e filonianas da Formação Parapuí, geneticamente ligadas a uma evolução por diferenciação, a partir de um polo básico a um polo ácido, resultando na associação basalto-andesito-dacito-riolito. Petrograficamente demonstrou-se a afinidade calco-alcalina s.l. (Série Pacífica) desta associação.

e - À luz dos conceitos da petrologia moderna, definimos a filiação toleítica e calco-alcalina sensu strictu, do magmatismo da Formação Parapuí, enquadrando-o nas províncias magmáticas pós-orogênicas de alto valor metalogenético. Ainda a respeito desta fase vulcânica, caracterizou-se a presença de uma "suite" espilito-queratófira, resultante da albitização generalizada das lavas, o que corresponde a uma fenomenologia ainda não descrita na literatura geológica brasileira.

f - Ainda no campo das rochas vulcânicas e sub-vulcânicas da Formação Parapuí identificaram-se importantes fases de alteração hidrotermal, modificando profundamente a mineralogia e o quimismo de alguns tipos litológicos. Este conjunto de alteração do tipo propilítico, inclui as seguintes fases: epidotização, cloritização, sericitização, carbonatação e silicificação, apresentando um claro zoneamento, de reconhecido valor metalogenético e prospectivo.

g - Descoberta das ocorrências cupríferas das fazendas Campina e Urubú, confirmando o alto valor metalogenético e o potencial prospectivo da tipologia vulcânica da Formação Parapuí.

h - Definição das possibilidades do método de prospecção geoquímica sobre solos residuais de efusivas e outras magmáticas da Formação Parapuí bem como dos seus parâmetros geoquímicos de maior significância.

Na área da fazenda Campina detectou-se importante anomalia geoquímica de cobre no solo.

As sequências de depósitos de cobertura de idade cenozóica que ocupam grandes áreas na porção norte da área do Projeto foram definidas em seus termos litológicos e estratigráficos, tendo-se individualizado a Formação Camocim, uma nova unidade estratigráfica do Terciário nordestino.



10 - RECOMENDAÇÕES

10 - RECOMENDAÇÕES

Uma análise dos resultados alcançados, sumariamente apresentados no capítulo anterior, indica a coexistência na área de ocorrência dos Grupos Bambuí e Jaibaras, de um elenco de fatores francamente favoráveis à formação de mineralizações hipogênicas. Enfatizamos principalmente o alto potencial das tipologias vulcânicas e pirometassomáticas especialmente nas áreas de contato do granito Mucambo com as unidades do Grupo Bambuí. Do ponto de vista estrutural apesar dos avanços alcançados temos consciência de que em muitos problemas as soluções adotadas não são satisfatórias e carecem de um enfoque de maior detalhe.

Sob o aspecto prospectivo, em virtude das características do solo nas áreas de litologias alvos, sentimos a limitação das observações superficiais e conseqüentemente, a necessidade de utilização de métodos de pesquisa indiretos, especialmente geoquímica e geofísica.

Em vista do exposto, consideramos conveniente e oportuno recomendar a área de ocorrência dos Grupos Bambuí/Jaibaras e granitos associados, para um programa integrado de pesquisa geológica de detalhe e prospecção intensiva, incluindo:

a - Mapeamento geológico na escala 1:25.000, visando o detalhamento estratigráfico/tectônico-estrutural.

b - Prospecção geoquímica de semi-detralhe em sedimentos de corrente com densidade média da ordem de uma amostra para 2-3 km², visando seleção de áreas "alvos".

c - Prospecção geoquímica de solo, em malha aberta sobre os corpos mapeados de rochas efusivas e sub-vulcânicas.

d - Cobertura aero-geofísica magnética e eletromagnética, visando a identificação de anomalias magnéticas e de possíveis corpos condutores associados a concentrações de minerais metálicos.

A presente recomendação já foi objeto de sugestão ao DNPM sob denominação de Projeto Rio Acaraú, previsto para uma área aproximada de 7.500 km².

No âmbito dos terrenos pré-cambrianos e cenozóicos as ocorrências minerais assinaladas e sumariamente pesquisadas mostraram-se bastante limitadas e incapazes de justificar programas de pesquisa específica. Como única exceção, destacamos com reservas, as áreas dos riachos Muniz e Santo Antonio, na região de Reriutaba, em virtude dos resultados obtidos na pesquisa de ouro aluvionar. Ambas, foram classificadas como fracamente mineralizadas em ouro, segundo os critérios de Fischer & Fisher, (op. cit.), justificando-se no caso uma pesquisa de maior detalhe, visando a avaliação das mesmas em termos quantitativos. Em se tratando de áreas contíguas àquela sugerida para o Projeto Rio Acaraú, recomendamos a sua extensão para sul, cobrindo os prospectos ora assinalados, e a inclusão naquele Projeto de um sub-programa específico.



11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G.A. - Bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de petróleo. Com. Nac. Petróleo, Rel. Inédito, |s. ident.|, Rio de Janeiro, dez., 1968.

ALBUQUERQUE, M.C. - Geologia da área de Reriutaba e contribuição à prospecção geoquímica da mina Saco, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1969.

ALMEIDA, F.F.M. de - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. Soc. Bras. Geologia. 1969.p.29-46.

ALSAC, C. - Essai d'appréciation sur l'utilisation des caracteres magmatiques comme guide de prospection des formations volcaniques. B.R.G.M., Bull, Paris (2), sect 2, nº 6: 95-130, 1971.

AMARAL, G. & KAWASHITA, K. - Determinação da idade do Grupo Bambuí pelo método Rb-Sr. In: Anais do XXI Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. Soc. Bras. Geologia. 1967.

AMSTUTZ, G.C. - Glossary of mining geology. Stuttgart, Ferdinand Enke, Verlag, 1971.

ANDERSON, C.A. - Massive sulfide deposits and volcanism. Economic Geology. Lancaster, 64 (2): 129-146, mar/apr. 1969.

- ANDRADE, A.R.F. - Geologia da área de Ipu e Contribuição à geologia econômica da mina Saco, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1969.
- BARRETO, A. - Relatório de trabalho de campo. Área I, folha e, quadrícula 731. Sudene, Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1963.
- BARRETO, P.T. - Geologia da área SW da quadrícula de Sobral. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1962.
- BARTH, T.F.W. - Theoretical petrology. 2 ed., New York, John Wiley & Sons, 1962.
- BATTEY, M. H. - The petrogenesis of a spilitic rock series from New Zealand. Geological Magazine. England, 93 (2): 89-110, 1956.
- BELOUSSOV, V. V. - Basic problems in geotectonics. 1 ed., New York, McGraw Hill, 1962.
- BIGARELA, J.J. & ANDRADE, G.O. - Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Inst. Ciências da Terra. Recife, 2:2-14, 1964.
- BLANKENNAGEL, R.K. - Geologic report on the eastern margin of the Maranhão Basin. Cons.Nac.Petróleo, Rel. inédito, |s.

ident. | Rio de Janeiro, 43 p., 1952.

BRAUN, O.P.G. - Contribuição à estratigrafia do Grupo Bambuí
In: Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia. São
Paulo, Soc. Bras. Geologia, 1968.

_____ - Contribuição a geomorfologia do Brasil Cen-
tral. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro,
32 (3): 3-39, 1971.

BRITO, I.M. & SANTOS, A.S. - Contribuição ao conhecimento
dos microfósseis silurianos e devonianos da Bacia do Ma-
ranhão: Os Netromorphitae (Leiofusidae). Rio de Janeiro,
Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol., Not. Prel. de estudos,
Rio de Janeiro, 129, 1965.

BROUSSE, R. - Précis de géologie: Petrologie. 1 ed., Paris,
Dunod, 1968, Tomo 1.

BUDDINGTON, A.F. - Granite emplacement with special refe-
rence to North America. Geological Society of America
Bulletin. New York, 70: 671 - 747, June. 1959.

CAMPOS, A. - Contribuição ao estudo do Grupo Barreiras, no
Rio Grande do Norte. Univ. Fed. Rio Grande do Norte, Inst
Antrop. Câmara Cascudo, Natal, 1969 |Arquivos do Institu-
to de Antropologia Câmara Cascudo|.

CAMPOS, M. - Ocorrências de ouro nos municípios de Ipú e Re-
riutaba. Dep. Nac. Prod. Min., Relat. inédito, nº 84, For-
taleza, 1969.

- COBRA, R.Q. - Estudo da estratigrafia, tectônica, ocorrências minerais e recursos d'água do Noroeste do Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1963
- CORREA, S.F. - Geologia da área sul de Ipú e contribuição à geologia econômica da mina Santa Úrsula, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco. Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1969.
- COSTA, M.J. & GUNDLACH, H. - Comportamento geoquímico de Cu, Ni e Zn em solos de complexos básicos e ultrabásicos do norte da Bahia. In: Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo, Soc. Bras. de Geologia, 1968.
- COSTA, W.D. - Contribuição ao estudo geológico da Bacia Jaibaras. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1962.
- DANNI, J.C.M.- Geologia da porção sul do Grupo Jaibaras. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2:85-97, 1972
- DELFOUR, J. - Les mineralisations sulfurées de Nuqrah et de Jabal Sayid (Arabie Séoudite). Bulletin du B.R.G.M. Paris, (2), II, 6:51-57, 1967.
- FABRIES, J.- Les formations cristallines et métamorphiques du Nord-Est de la Province de Séville: Essai sur le métamorphisme des roches éruptives basiques. Sciences de la Terre. Nancy, Mem., 4, 1963.

FERREIRA, E.O. - Carta tectônica do Brasil. Rio de Janeiro ,
Dep. Nac. Prod. Min., 1972. (Boletim 1).

FARINA, M. - Mapeamento geológico da quadrícula 731, folha
NE, área 2. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Relat. inédito, |s.
ident.|, Recife, 1963.

FISCHER, R.P. & FISHER, F.S. - Interpreting pan- concentrate
analyses of stream sediments in geochemical exploration
for gold. Washington, U.S.G.S., 1968 (circular, 592).

FONTEILLES, M. - Appréciation de l'intérêt metallogénique du
volcanisme de Madagascar a partir de ses caracteres pé-
trologiques. Bulletin du B.R.G.M. Paris, 1:121-154, 1967.

_____ - Contribution à l'analyse du processus de
spilitisation: Étude comparée de série volcaniques paléo-
zoïques de la Bruche (Vosges) et de la Brévenne (Massif
Central Français). Bulletin du B.R.G.M. Paris, (2), 3:
1-54, 1968.

GILLULY, J. - Keratophyres of eastern Oregon and the spilite
problem. American Journal Sciences. New York, 29 (171):
225-252, 1935.

GILLULY, J. - Keratophyres of eastern Oregon and the spilite
problem. Americal Journal Sciences. New York, 29 (172):
336-352, 1935.

JUNG, J. - Précis de petrographie. Roches sédimentaires, mé-
tamorphiques et éruptives. 2 ed., Paris, Masson, 1963.

JUNG, J. & BROUSSE, R. - Classification modale des roches eruptives utilisant les données fournies par le compteur de point. Paris, Masson, 1959.

JUTEAU, T. - Nouvelles données cartographiques, pétrographiques et chimiques sur le massif dévono-dinantien du Rabodeau (Vosges septentrionales) - Pétrogénèse d'une série spilite-keratophyre "hercynotype" complexe. Sciences de la Terre, Nancy, 16 (1): 45-106, mars, 1971.

JUTEAU, T. & ROCCI, G. - Étude chimique du massif volcanique dévonien de Schirmeck. (Vosges Septentrionales): Evolution d'une série spilite - keratophyre. Sciences de la Terre, Nancy, 9 (1): 68-104. mars, 1966.

KEGEL, W. - Contribuição para o estudo do devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1953. (Boletim 141).

_____ - As inconformidades da Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1956. (Boletim 160).

_____ - Contribuição ao estudo da bacia costeira do Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1957. (Boletim 170).

_____ - A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1965. (Boletim 227).

KEGEL, W et alii - Estudos geológicos do Norte do Ceará. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1958 (Boletim 184).

KOPPEN, W. - Climatologia. Trad. de Pedro Perez. México. Fondo de Cultura Econômica. 1948.

KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. - Stratigraphy and sedimentation. 2 ed., San Francisco, W.H. Freeman, 1963.

KUNO, H. - "Differentiation of basalt magmas". In: Basalts. Hesé et Poldervaart édit., 1968, v. 2, p. 623-688.

LEITE, J.F. - Geologia da área E SE de Ipú e contribuição à geologia econômica da parte norte da mina Santo Antonio. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol. Relat. inédito, |s. ident. | Recife, 1969.

LEPELTIER, C. - A simplified statistical treatment of geochemical data by graphical representation. Economic Geology, Lancaster, 64 : 538-550, 1969.

MABESOONE, J.M. et alii - Geologia da Bacia Jaibaras, Ceará. Recife. Univ. Fed. Pernambuco, Inst. Geoc., 1971. (Série Boletim de Estudo e Pesquisas, 2).

MABESOONE, J.M. et alii - Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2(3): 173-188, 1972.

MANOEL FILHO, J. - Contribuição ao estudo geológico da Bacia de Jaibaras. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.| Recife, 1962.

MARANHÃO, C.M.L. - Geologia da área sul de Reriutaba e contribuição à geologia econômica da mina Santo Antonio, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|. Recife, 1969.

MARMO, V. - On granites: A revised study. Bulletin du Commission Geologique de Finlande. Otaniemi, 227, 1967.

MORAES, L.J. et alii - Reconhecimento fotogeológico do Nordeste do Brasil. Folha SA-24T e SA-24N. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1963 |Mapa fotogeológico com notícia explicativa|.

NASCIMENTO, P.A.B. - Nova contribuição ao estudo geológico da bacia de Jaibaras. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, |s. ident.|, Recife, 1965.

NOCKOLDS, S.R. & ALLEN, R. - The geochemistry of some igneous rock series. Geochimica et Cosmochimica Acta. London, 4: 105-142, 1953.

_____ - The geochemistry of some igneous rock series. Geochimica e Cosmochimica Acta, London, 5 (6): 248-285, 1954.

OLIVEIRA, A.I. de & LEONARDOS, A.H. - Geologia do Brasil, 2 ed., Rio de Janeiro, Min. da Agric., 1943.

- OLIVEIRA, P.E. & RAMOS, J.R.A. - Geologia das quadriculas de Recife e Pontas de Pedra. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1956. (Boletim 151).
- OLIVEIRA E SILVA, E.H. - Projeto ferro-manganês para o Nordeste. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Relat. inédito, [s. ident.], Recife, 1963.
- PETTIJOHN, F.J. - Sedimentary rocks, 2 ed., New York, Harper & Row, 1957.
- PLUMMER, F.B. et alii - "Bacia Maranhão-Piauí". In: Relatório de 1946. Rio de Janeiro, Cons.Nac. Petróleo, 1948. p. 87-134.
- QUEIROZ, C.J.A. - Geologia da área norte de Reriutaba e contribuição à prospecção geoquímica da mina Santo Antonio, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, [s. ident.], Recife, 1969.
- RAND, H. - Magnetometria investigations of iron deposits near Sobral, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, [s. ident.], Recife, 1964.
- RIBEIRO, M. et alii - Geologia da quadricula de Cacapava do Sul. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Fom.Prod. Min., 1966 (Boletim 127).
- RITTMAN, A. - Les volcans et leur activité. Trad. H.Tazieff. Paris, Masson, 1963.

ROCHA, M.A. - Geologia da região de Coreau, Bacia de Jaibas, área 1, folha NE, quadrícula 664, Ceará. Univ. Fed. Pernambuco, Esc. Geol., Relat. inédito, [s. ident.], Recife, 1965.

ROUTHIER, P. - Les gisements metallifères: Geologie et principes de recherche. Paris, Masson, 1963.

SANTOS, J.P. - Manganês da fazenda Bodega. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Relat. inédito, [s. ident.], Recife, 1963.

SMALL, H.L. - Geologia e supprimento d'água subterrânea no Piauhý e parte do Ceará. Inspectoria Obras contra as Secas. Rio de Janeiro, 1914. (Boletim 32).

TENNANT, C.B. & WHITE, M.L. - Study of the distribution of some geochemical data. Economic Geology. Lancaster, 54 : 1281-1290, 1959.

TILLEY, C.E. - Some aspects of magmatic evolution. Quart. & Geol. Soc., Great Britain, 1950.

TREIN, E & FUCK, R.A. - O Grupo Castro. In: BIGARELLA J.J., SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. ed. Geologia do Pré-Devoniano e intrusões subsequentes da porção oriental do Estado do Paraná. Curitiba. Comissão da Carta Geológica do Paraná. 1963. p-257-303. (Boletim Paranaense de Geociências, 23 a 25).

- TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. - Igneous and metamorphic petrology. 2 ed., New York, McGraw Hill, 1960.
- VANDOROS, S.P. - Um granito pós-orogênico de Sobral, Ceará.
In: ANAIS XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. Resumo das Conferências e comunicações. São Paulo, Soc. Bras. de Geologia, 1968.
- WILLIAMS, H.E. - Notas sobre a geologia e recursos minerais do norte do Ceará. Min. Agricult., Serv. Geol. Miner., Rio de Janeiro, 1926. (Boletim 16).
- WINGE, M. - Breves notas sobre a geologia do noroeste do Ceará. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., 1967. (Boletim de estudos, 3).
- _____ - Geologia da região das serras do Estreito e Boqueirão, NW da Bahia e S.SE do Piauí. SUDENE, Relat. inédito [s. ident.], Recife, 80 p, 1968.
- WINKLER, H.G.F. - Petrogenesis of metamorphic rocks. 2 ed. revised., New York, Springer Verlag, 1967.
- WRIGHT, J.B. - A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite genesis. Geological Magazine. Londres, 104 (4); 370-384, 1969.

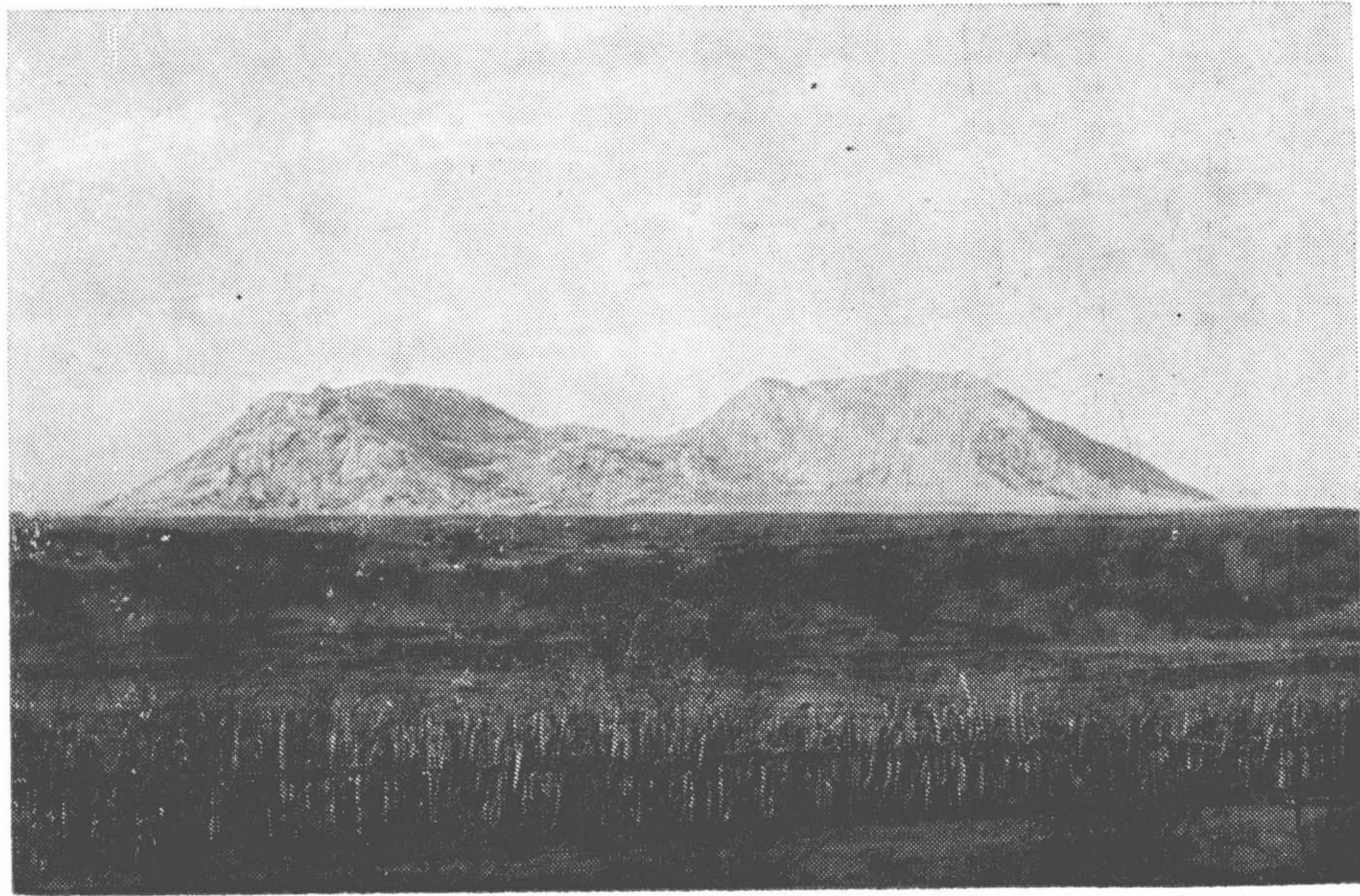


Foto 1 — Granito pós-orogênico da Serra da Barriga, que sobressae topograficamente na superfície aplainada de migmatitos da unidade "B" do pré-Cambriano. Foto tomada da BR-222, ao sul.

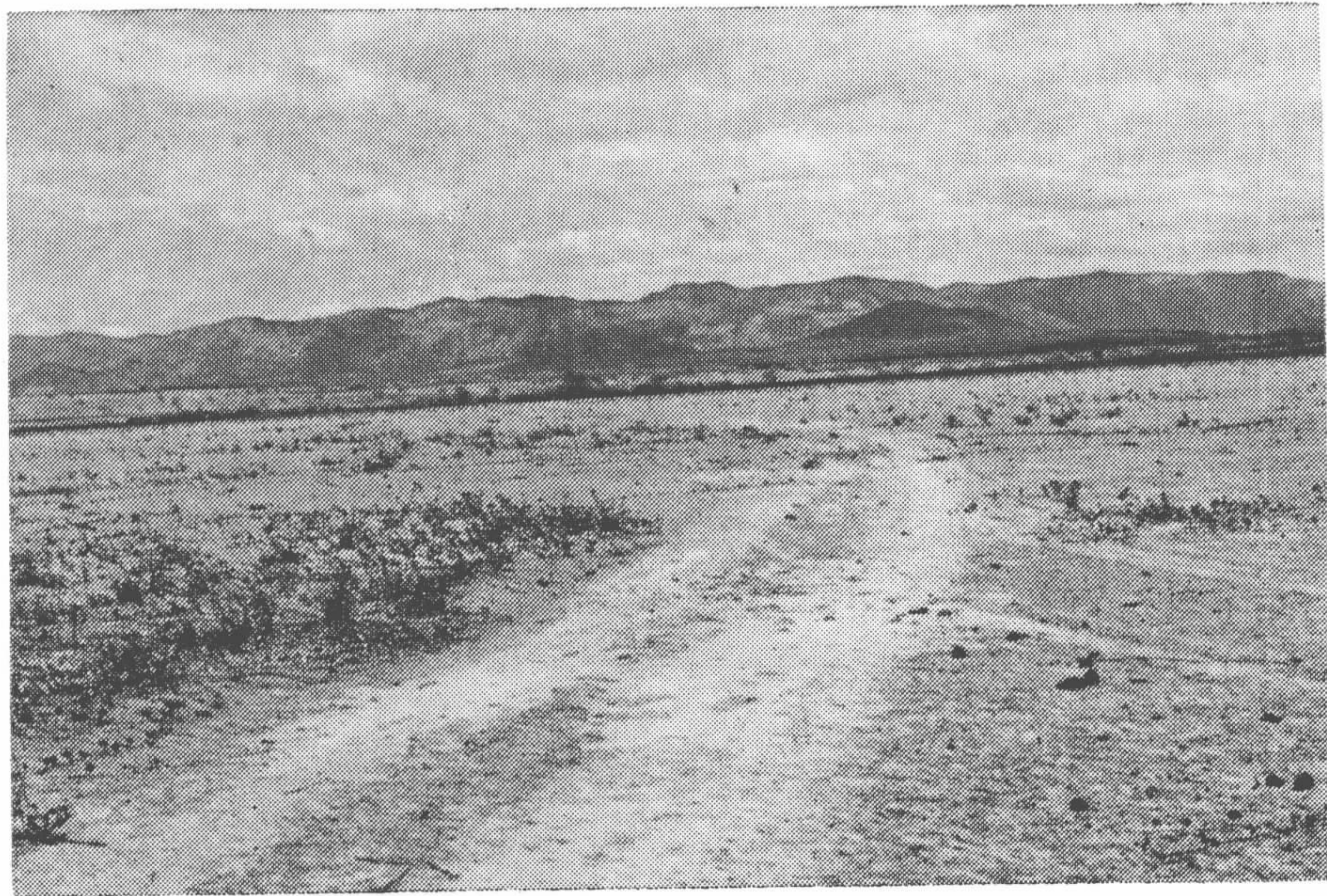


Foto 2 — Em primeiro plano, planície arrasada e nua, característica da Formação Pacujá, encaixada no peneplano 90-120 metros. Ao fundo, as serras Meruoca-Rosário com altitudes entre 800 e 1.000 metros, vistas do sul.

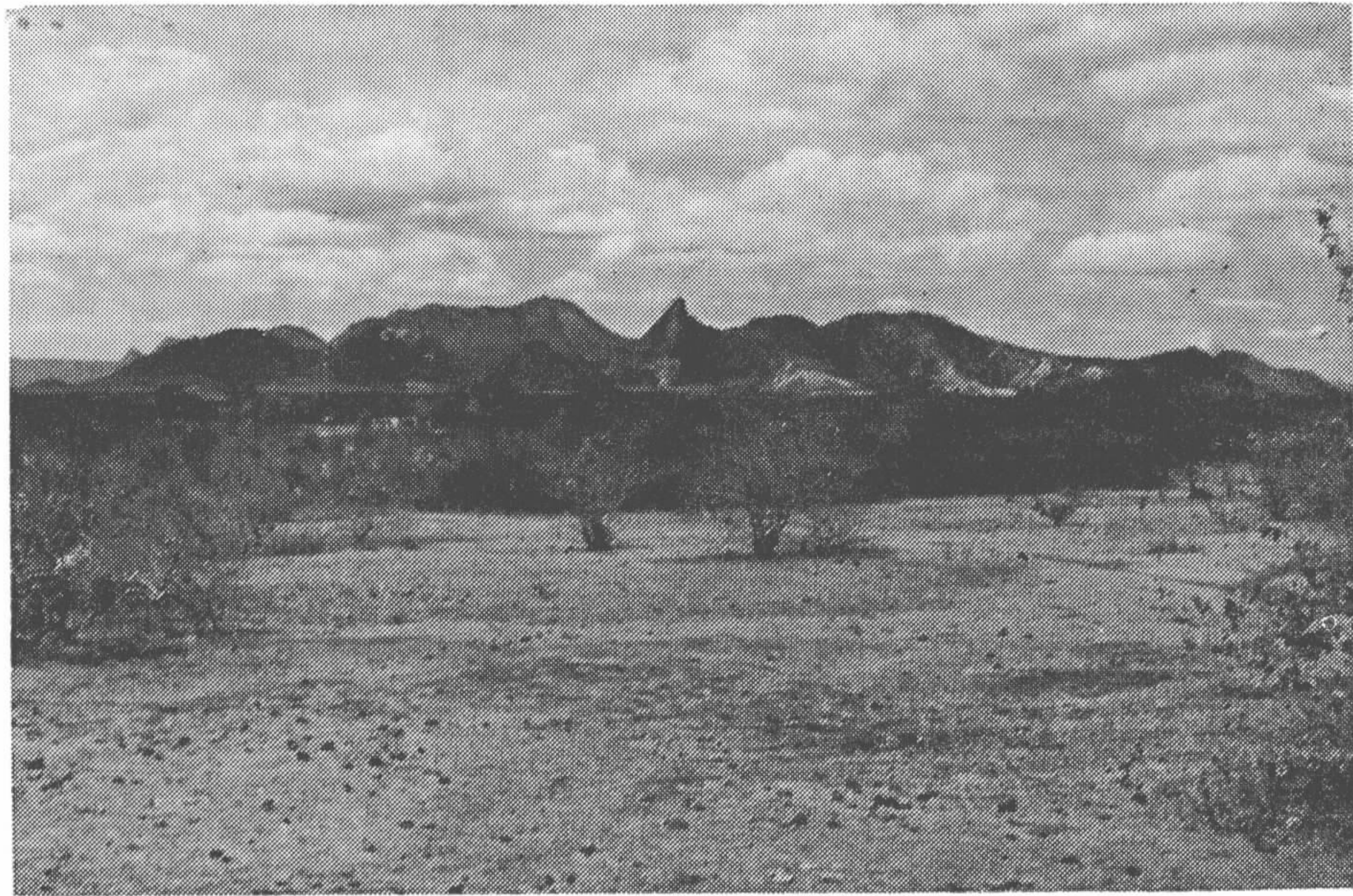


Foto 3 — Serra do Carnutim, no “stock” granítico de Mucambo, ao fundo, formando típicos “inselbergs” em área aplainada das formações do Grupo Jaibaras e Bambui, e do próprio “stock” granítico. No canto esquerdo, o perfil retilíneo da Serra da Ibiapaba.

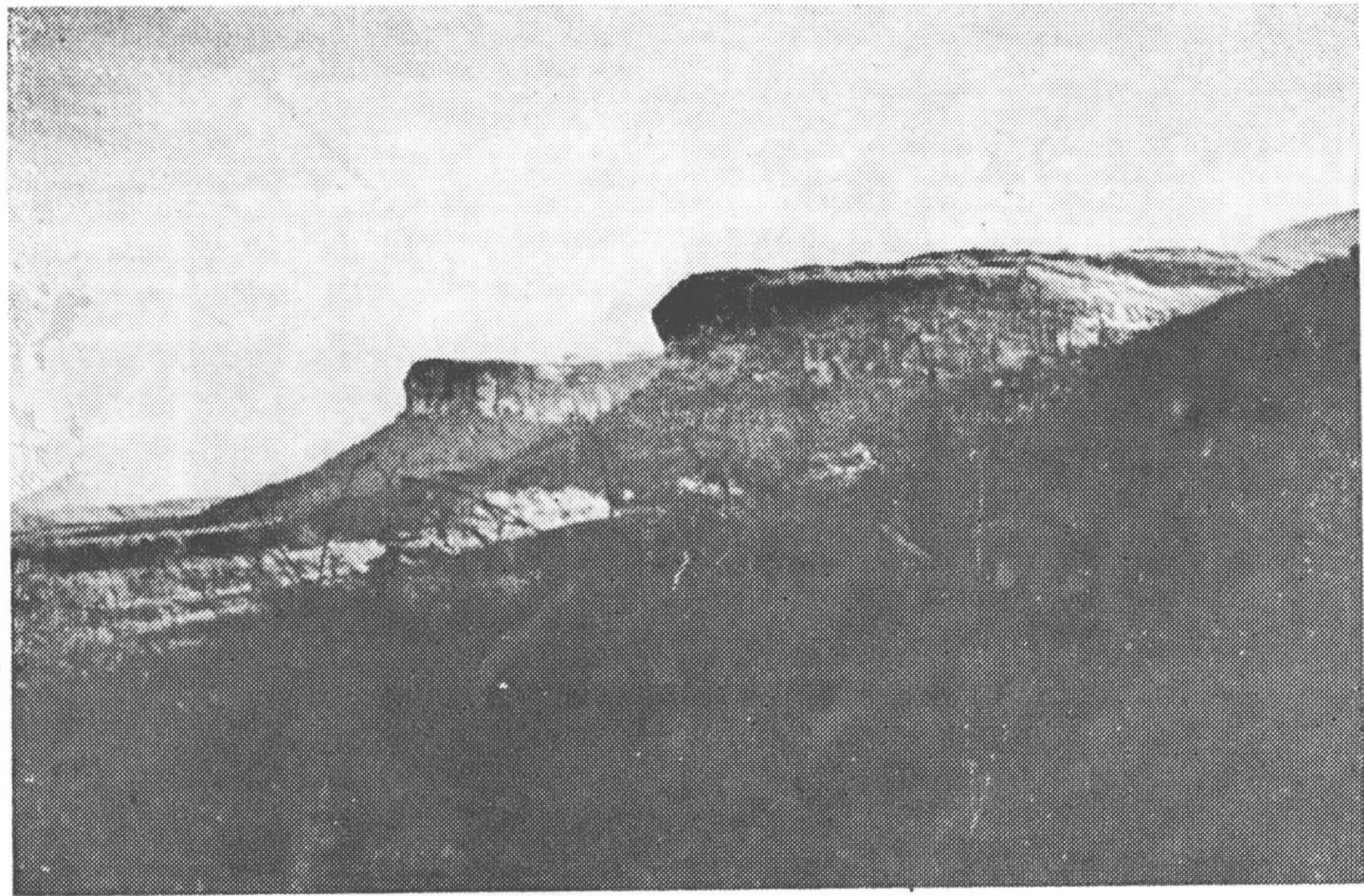


Foto 4 — Escarpa da Serra da Ibiapaba na Região de Ipu. Aspecto festonado da cuesta, com o desenvolvimento de pequenos anfiteatros. Notar a capa espessa de rochas da Formação Serra Grande, aproximadamente 500 m, que assenta discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino.

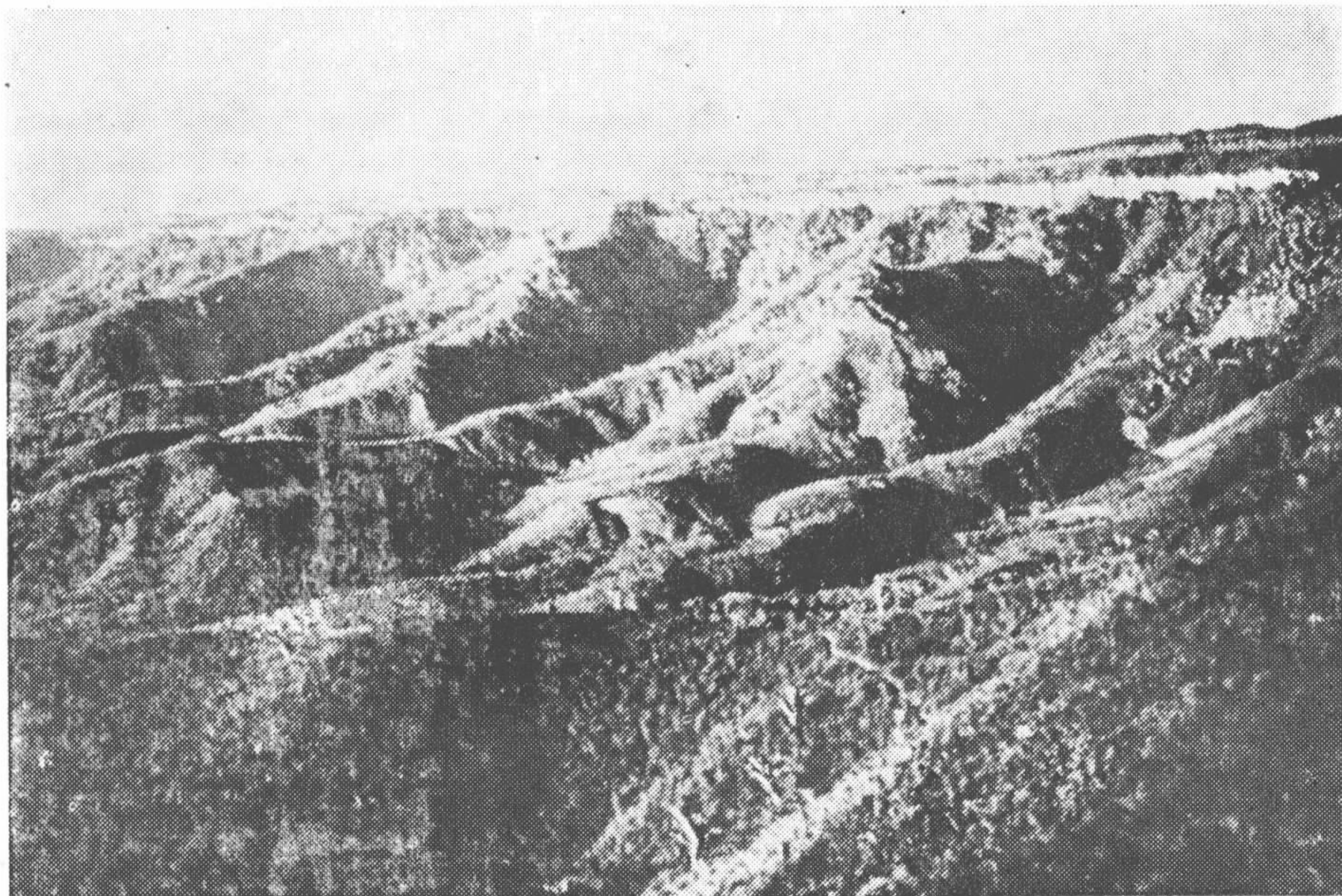


Foto 5 — Características geomorfológicas típicas da escarpa da Serra da Ibiapaba com drenagem grosseiramente paralela, perpendicular à encosta, e ravinamentos profundos. Notar a capa de arenitos da Formação Serra Grande, sub-horizantalizada, que assenta discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino. Região de Tianguá.



Foto 6 — Plano de falha, com mergulho de 70° para N 65° E, no quartzito da Unidade "C" do pré-Cambriano. Os espelhos de falha (canto inferior direito da foto) indicam deslocamento horizontal. Notar o fanglomerado de escarpa de falha (no canto esquerdo da foto) cobrindo o quartzito milonitizado. Ponta de Jeriquaquara, Ceará.

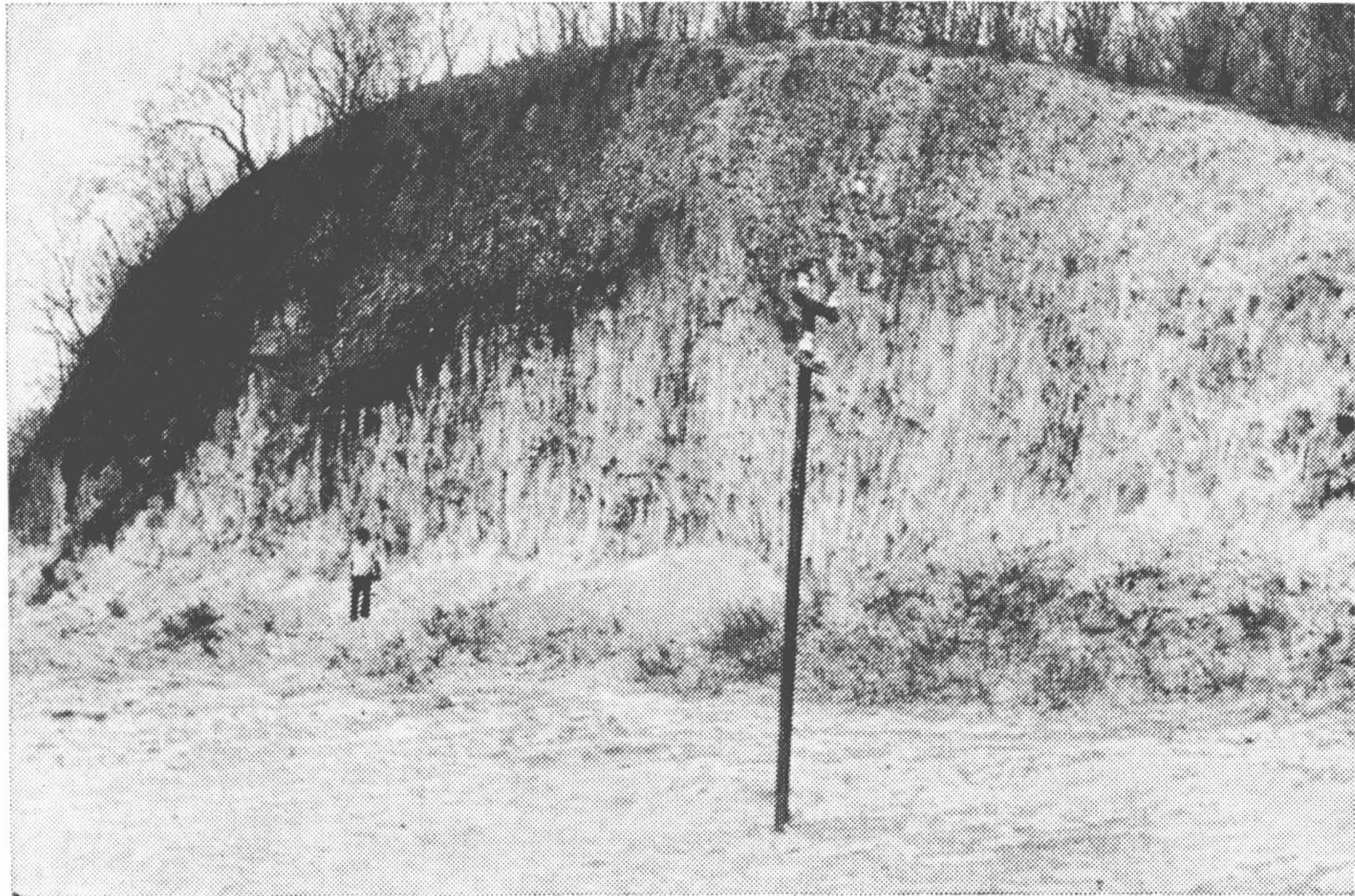


Foto 7 — Unidade "A" do pré-Cambriano. Filitos intemperizados com espesso manto laterítico. Notar o relêvo na forma de meia laranja. Trecho de Uruoca-Martinópolis da R. V. Cearense.

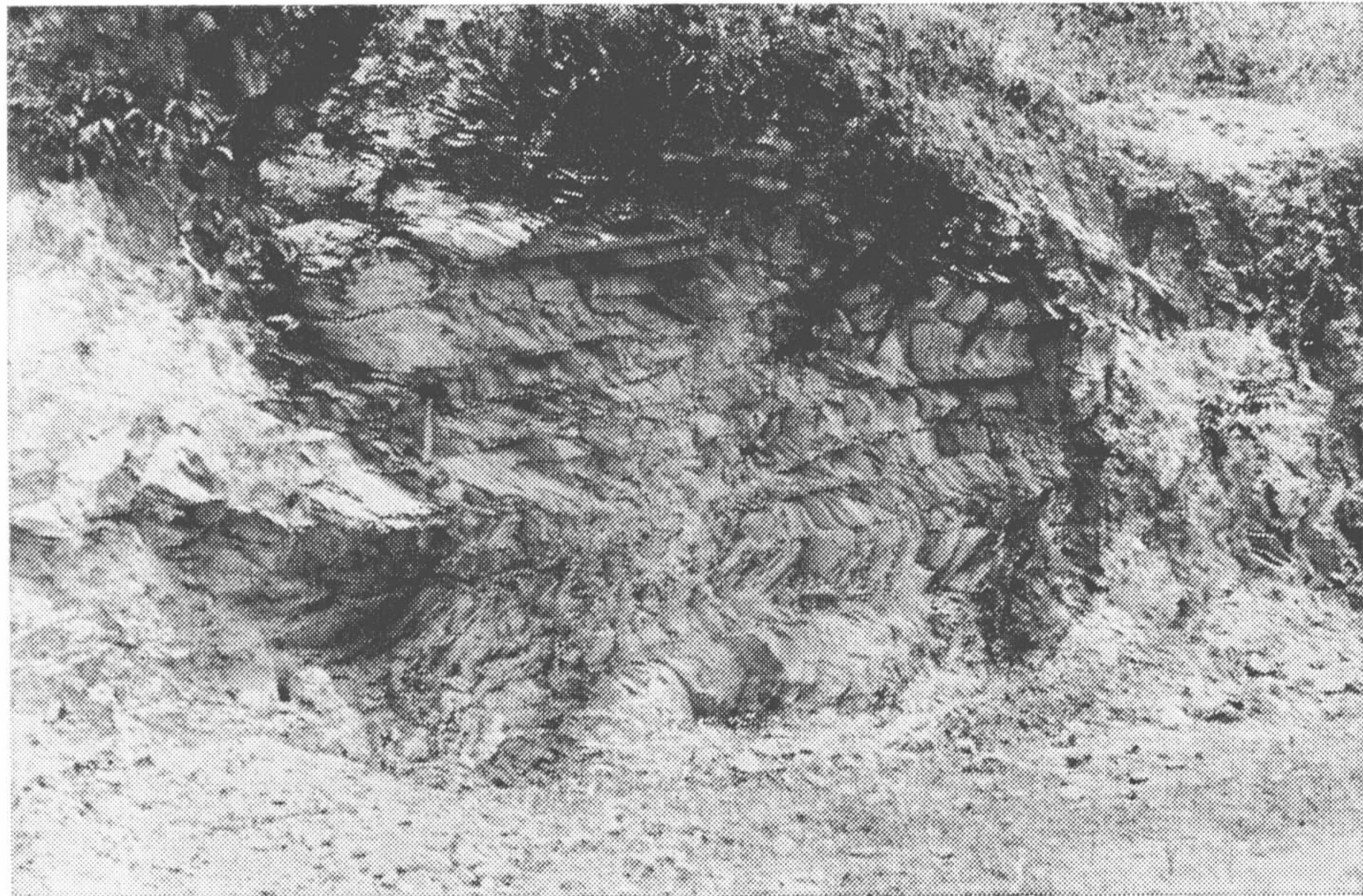


Foto 8 — Pequenas dobras recumbentes com planos axiais sub-horizontais no quartzito basal da Unidade "A" do pré-Cambriano. Notar a forte clivagem que se desenvolveu paralelamente ao plano axial das dobras. Corte da Estrada Itacolomy-Coreaú, na Serra de São Joaquim.

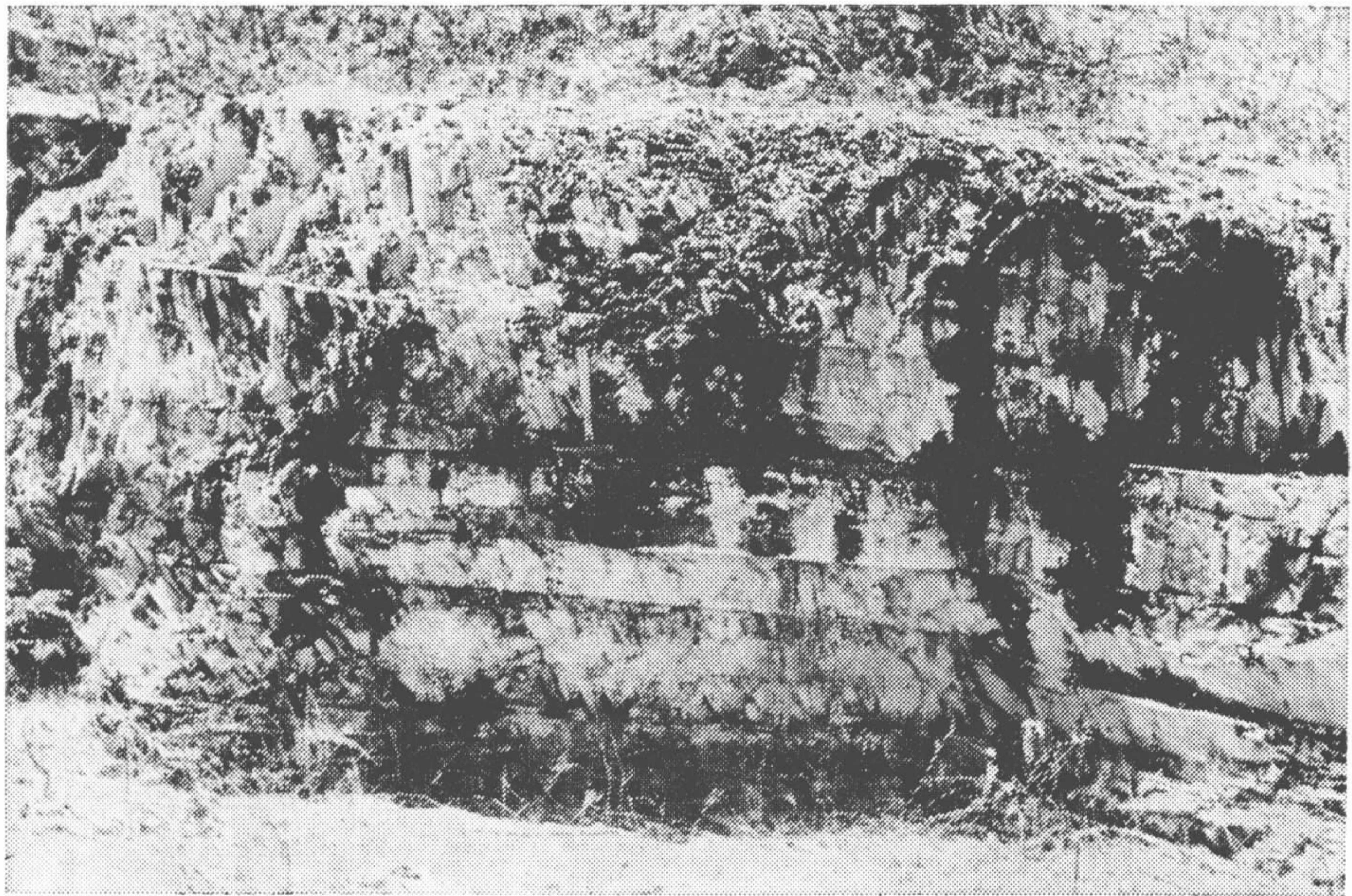


Foto 9 — Quartzito basal da Unidade "A" do pré-Cambriano, milonitizado e fraturado horizontalmente. Notar a forte clivagem de fratura, que mascara totalmente a foliação primária da rocha. Corte da Estrada Itacolomy-Coreaú, na Serra de São Joaquim.



Foto 10 — Unidade "A" do pré-Cambriano. Dobras recumbentes em banco quartzítico intercalado na sequência de filitos. Os planos axiais estão horizontalizados. Notar o desenvolvimento de clivagem de plano axial na camada de filito. Trecho Massapê-Senador Sá da R. V. Cearense.



Foto 11 — Hornblenda-hornfels fraturado e com preservação da estratificação original de direção NS, paralela à borda do “stock” granítico de Mucambo. Linha de transmissão da COHEBE, a NW do povoado Coité.

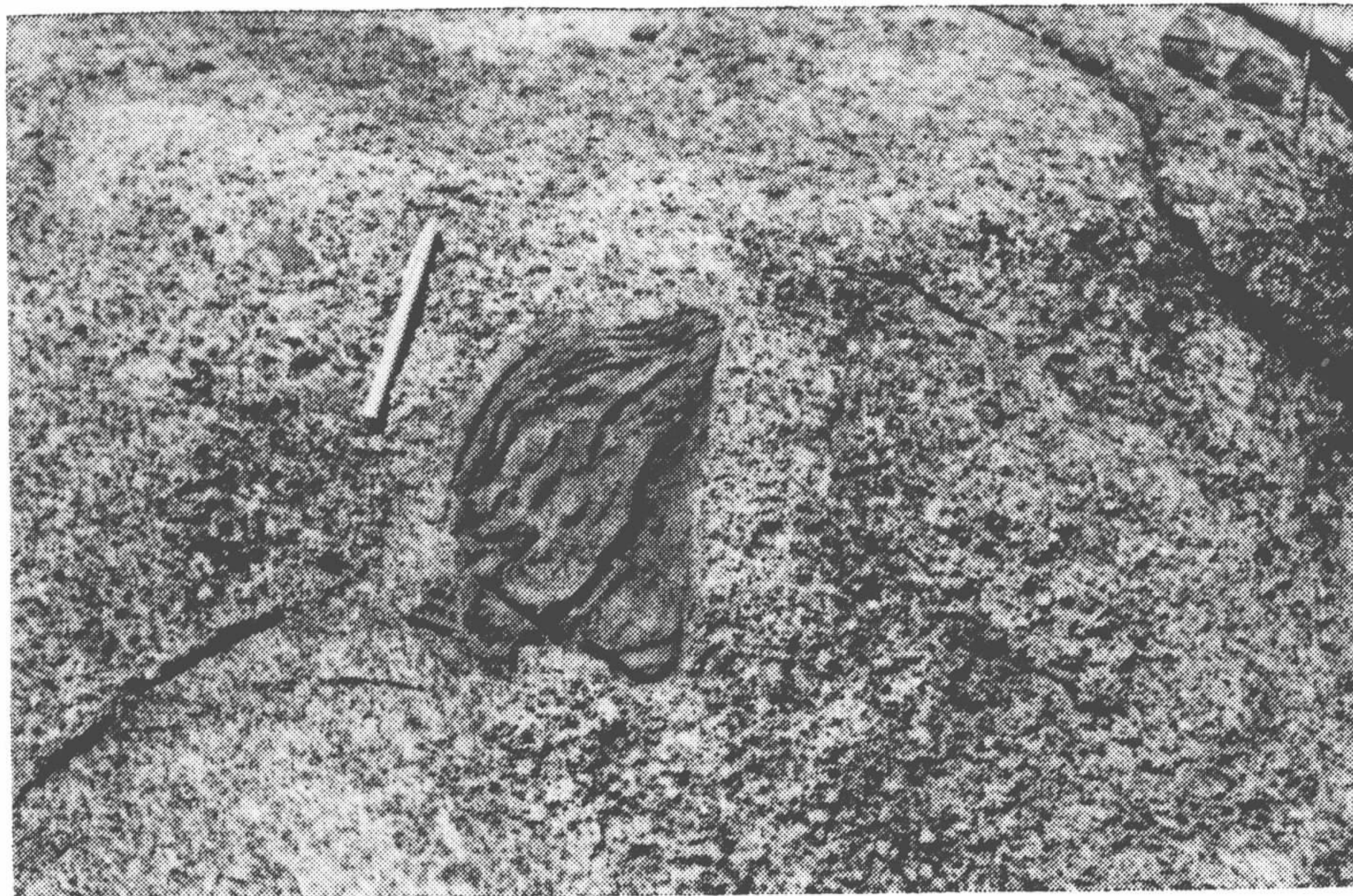


Foto 12 — Xenólito de cordierita-biotita-hornfels na fácies de borda do “stock” granítico de Mucambo. Linha de transmissão da COHEBE, a NW do povoado Coité.

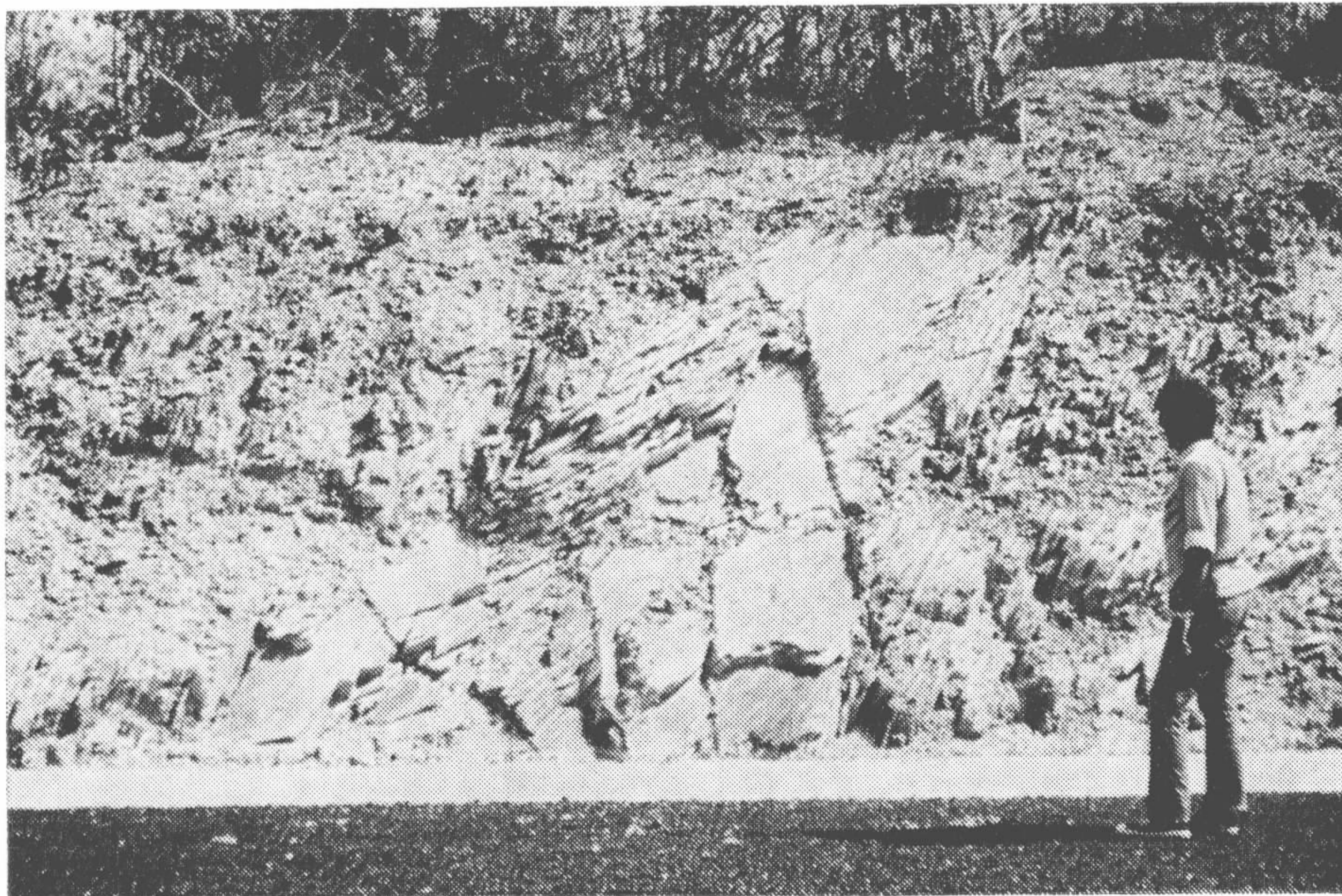


Foto 13 — Dobras com flancos invertidos, típicas da sequência de metassiltito e ardósia da Formação Caiçaras, com eixos mergulhantes para NE. Estrutura em lápis, formada pelo corte da foliação primária pela clivagem ardósiana desenvolvida. Corte da BR-222, próximo a Frecheirinha.



Foto 14 — Dobras de arrasto conjugadas em calcário finamente estratificado, com níveis cinza escuros silicosos, da Formação Frecheirinha. A série de dobras têm eixos com mergulho de 70° para N55°E. Leito do Riacho Trapiá.



Foto 15 — Intercalação de banco calcário puro em calcário finamente estratificado com finos níveis arenosos. Notar as dobras de arrasto conjugadas e veio de calcita recristalizada (canto esquerdo da foto), preenchendo microfalha. As dobras têm eixos com mergulho de 65° para $N40^\circ E$. Leito do Riacho Trapiá.

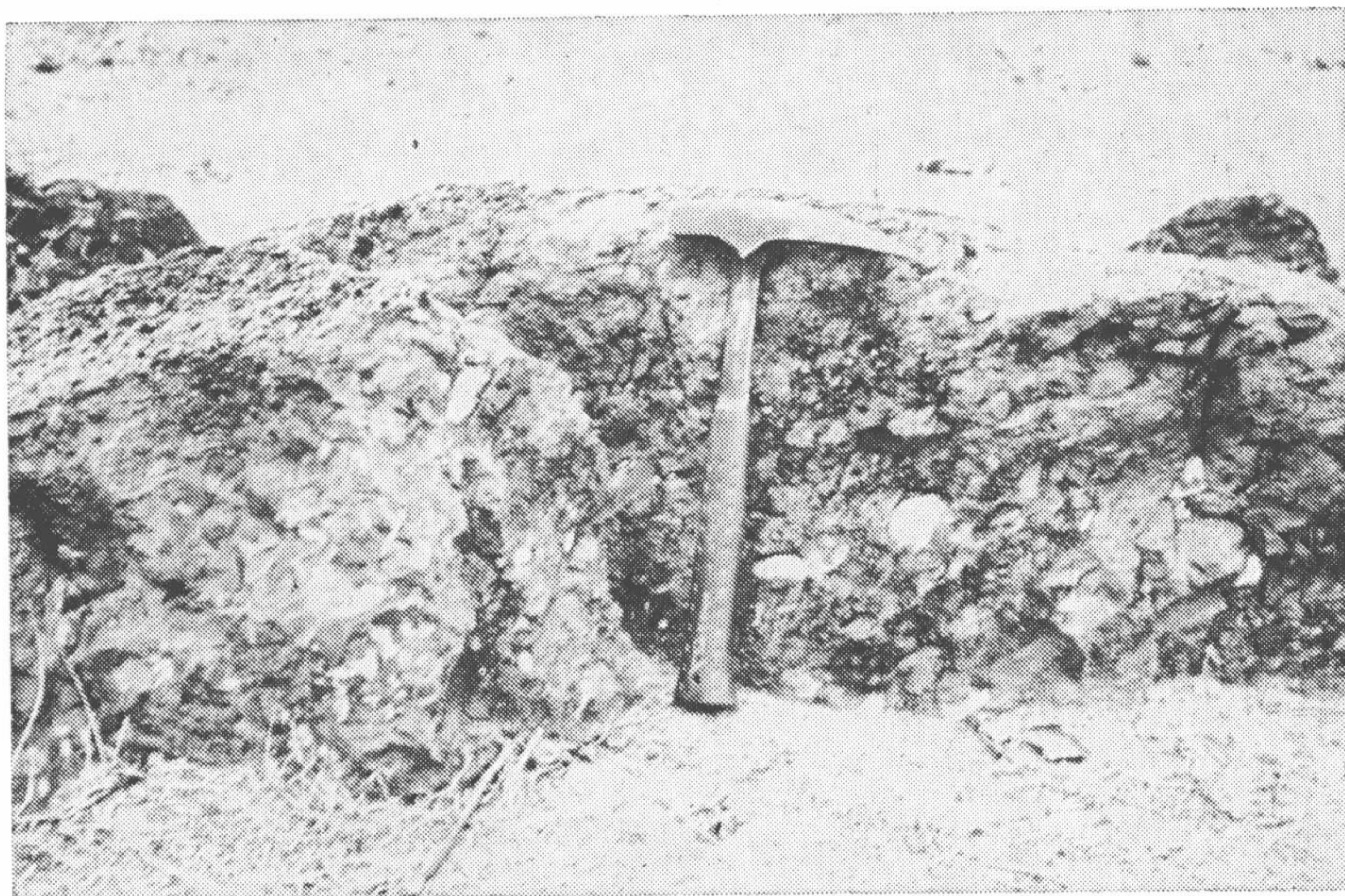


Foto 16 — Aspecto típico do conglomerado polimitico brechóide da Formação Massapê, na Fazenda Páu D'arco, ao norte de Aprazível. Notar os fragmentos angulosos e claros de calcário margoso da Formação Frecheirinha, imersos em matriz grauvasca-ferruginosa.



Foto 17 — Aspecto típico do conglomerado polimítico brechóide da Formação Massapé, onde se observa seixos angulosos de migmatito, gnaiss, quartzito e filito imersos em matriz grauvaca-ferruginosa. Ferrovia da R.V. Cearense, a 3 km a NE de Massapé.



Foto 18 — Arenito arcoseano, estratificado, com níveis silto-argilosos laminados, localmente dobrado e falhado. Estrada Sobral-Massapé.

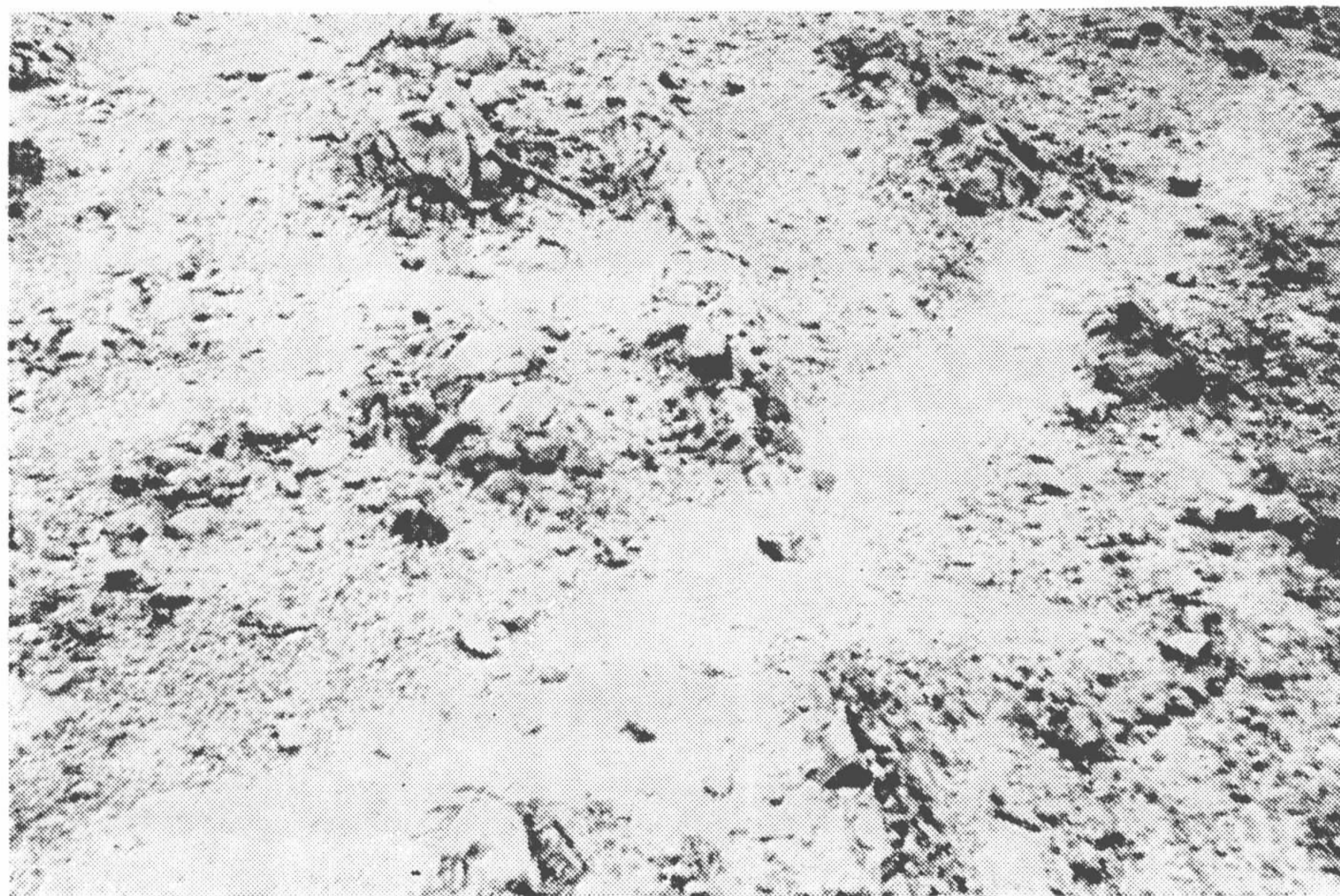


Foto 19 — Formação Pacujá. Sequência alternada de estratos de grauvasca litica e grauvasca conglomerática com esfoliação esferoidal. Os estratos mergulham 40° para E. Faz. Cajazeiras, na estrada Massapê-Parapui.

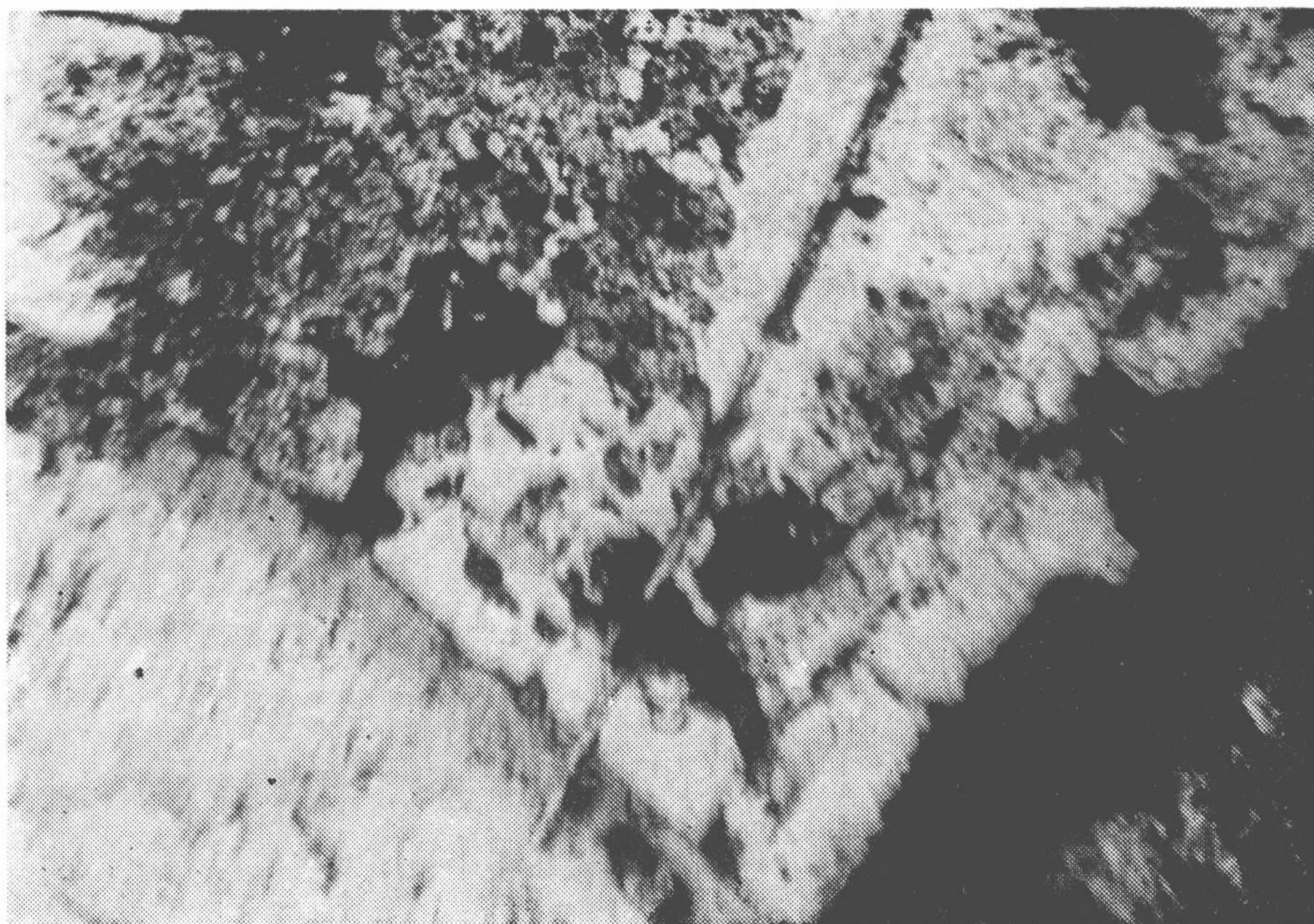


Foto 20 — Andesito parcialmente espilitizado da Fazenda Nova. Processo de albitização incipiente em andesina bordejada por oligoclásio. Notar o aspecto esqueletiforme do plagioclásio, com os interstícios preenchidos por daumontita e carbonatos. Foto com NX.

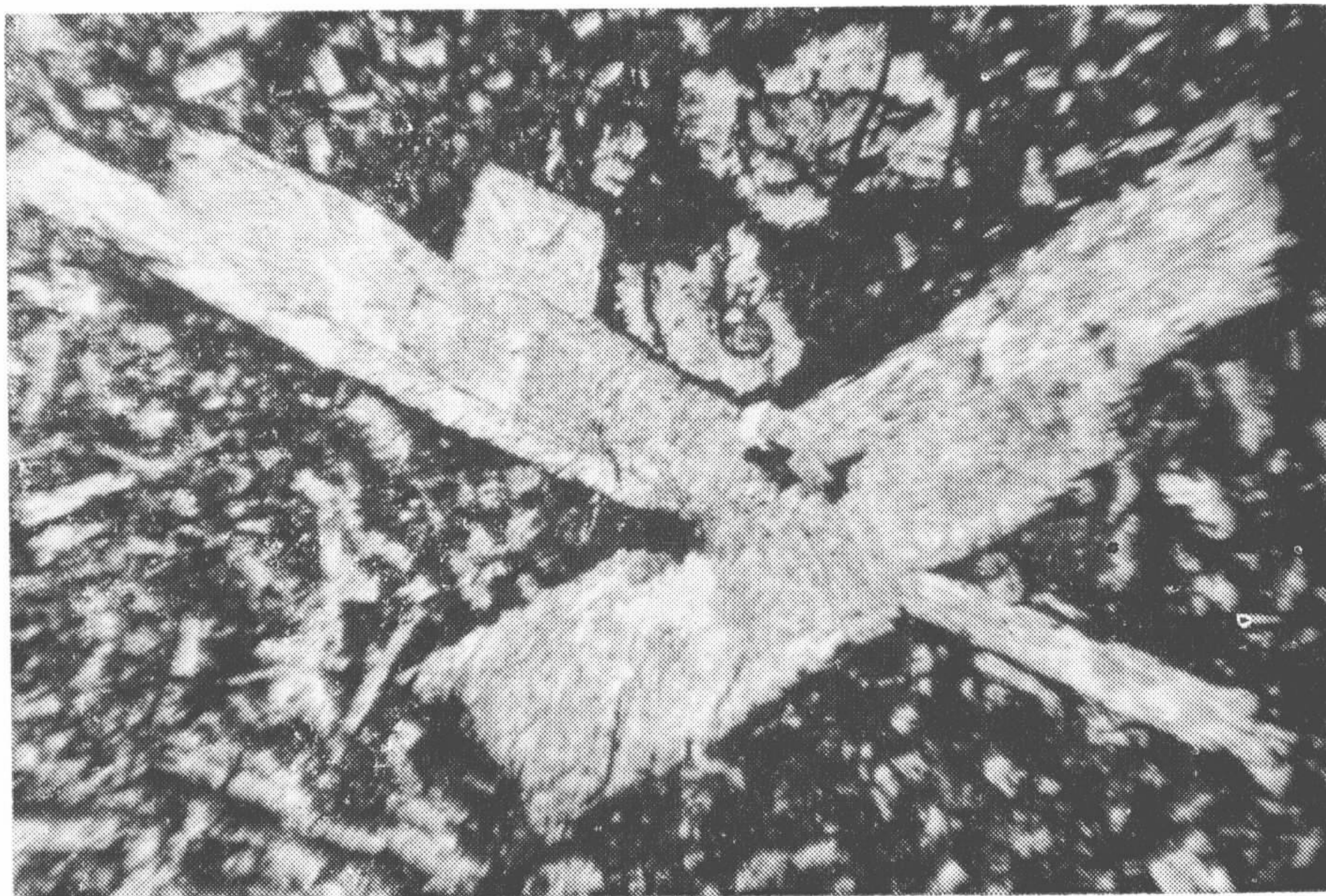


Foto 21 — Olivina basalto totalmente espilitizado afluante na Estrada Pacujá Graça. Fenocristais automórficos de plagioclásio sódico geminados ao lado de olivina totalmente serpentinizada. Notar a matriz constituída por massa criptocristalina, desvitrificada, e escurecida pela impregnação de hidróxido de ferro. Foto com N | |.

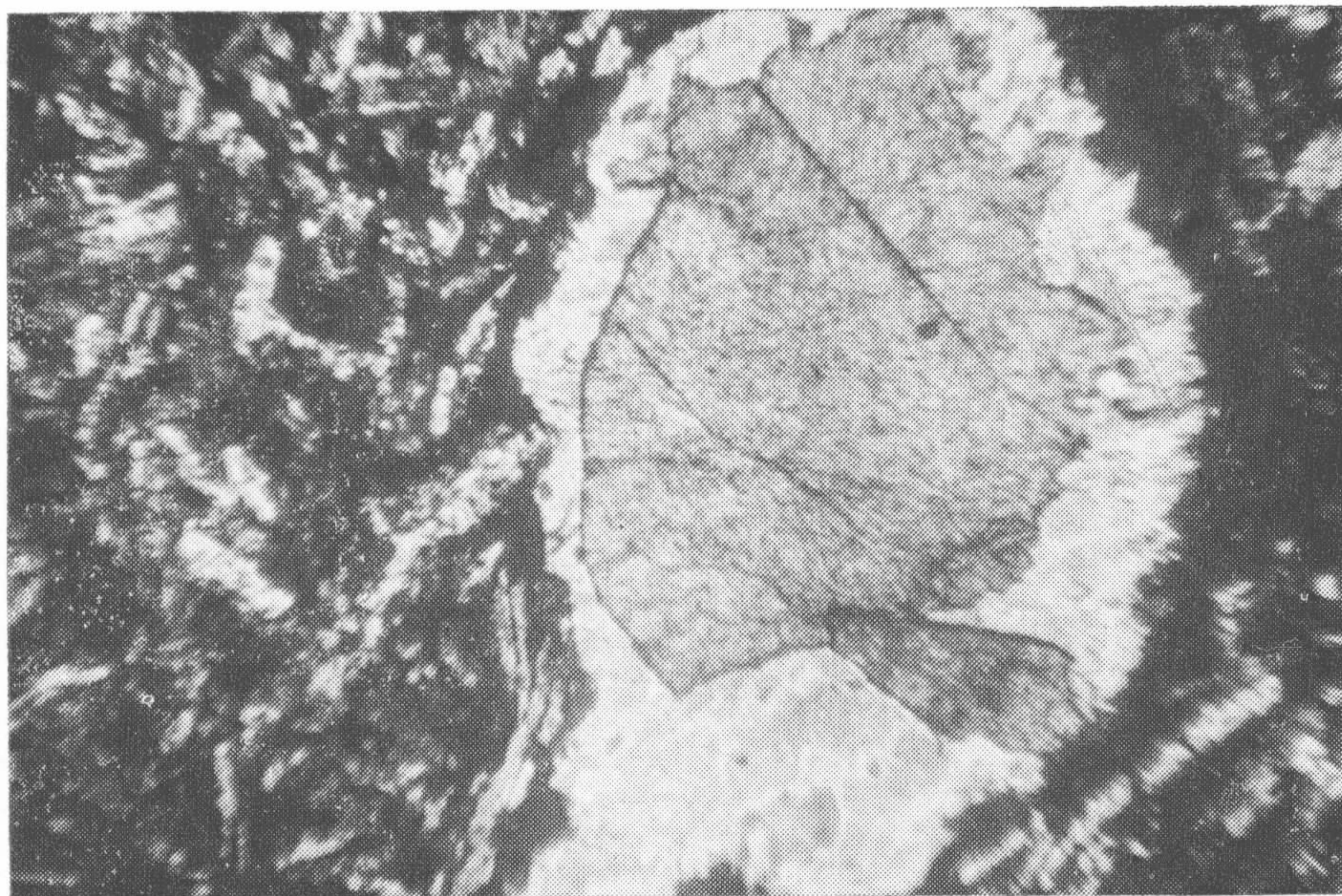


Foto 22 — Brecha vulcânica de composição andesítica afluante na Faz. Curral Grande, Estrada Massapê-Parapuí. Vesícula preenchida por epidoto (pistacita) e zonada por um aglomerado quartzoso. Notar as pequenas ripas de andesina, argilo-sericitizada, imersa em matriz preto esverdeada contendo clorita, argila e opacos. Foto com NX.



Foto 23 — Albita basalto vitrofírico e amigdalóide, aflorante no povoado Jaibarras. Vesículas preenchidas por clorita, epidoto e plagioclásio sódico. Foto com NX.

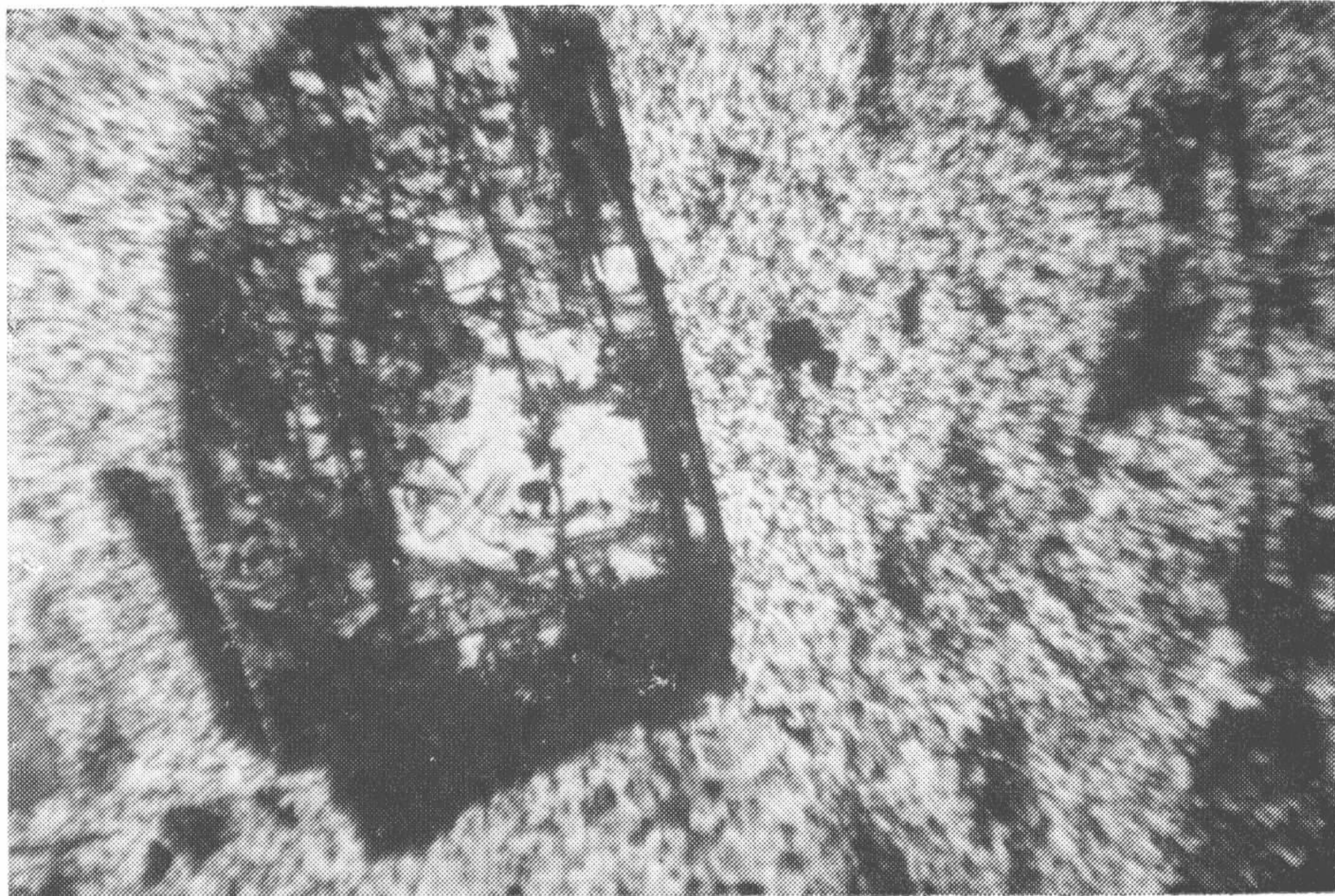


Foto 24 — Riolito pórfiro parcialmente queratofirizado aflorante na estrada Ararius-Mucambo. Pórfiro de ortoclásio carbonatado, com superfície túrbida, devido a argilização e impregnação de hidróxido de ferro. Notar a matriz microcristalina, essencialmente silicosa. Foto com NX.

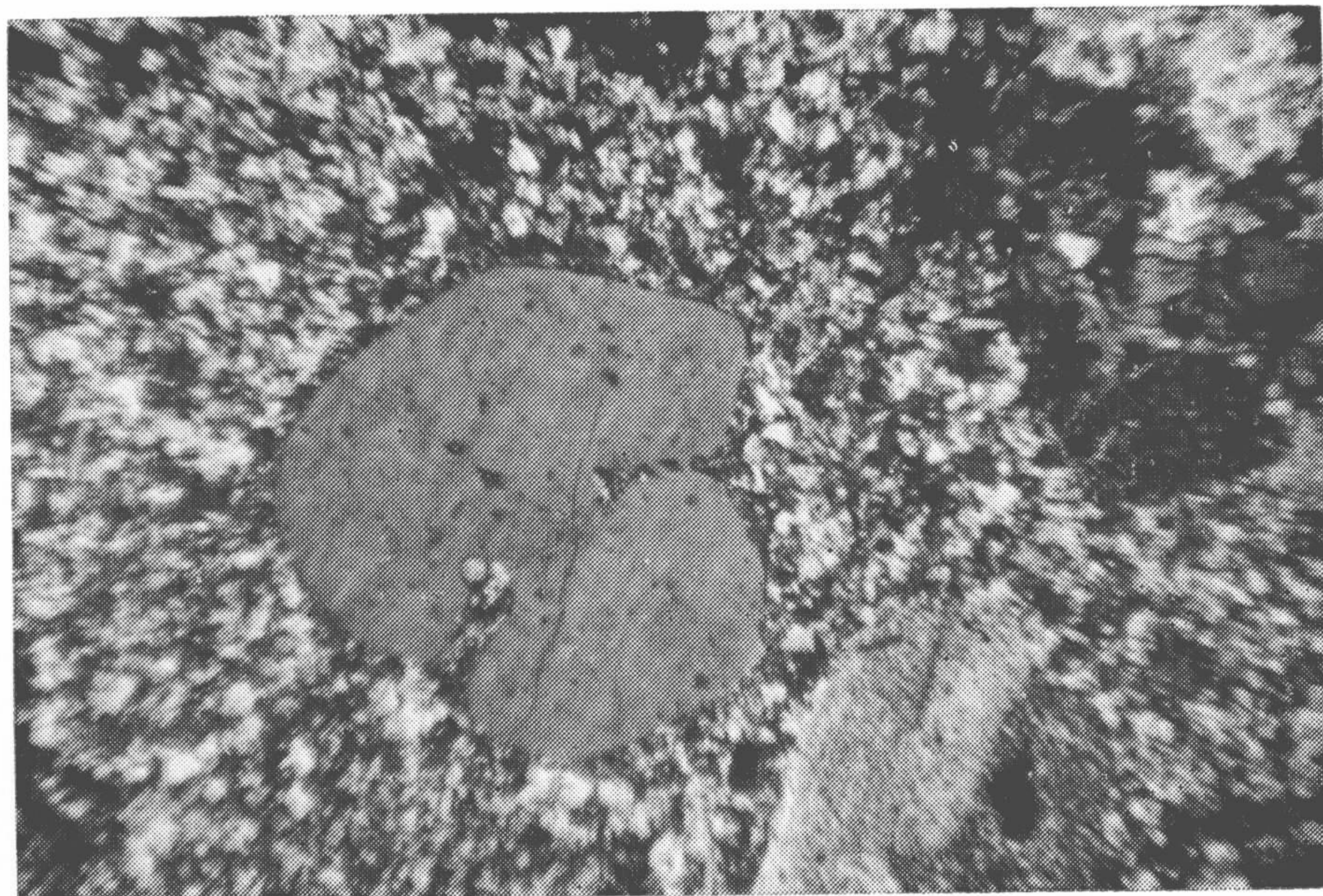


Foto 25 — Riodacito porfirítico aflorante na CE-71, 1 km a sul da estrada para a Faz. Barra. Matriz microcristalina com quartzo, feldspatos e finas palhetas de clorita, englobando fenocristais euédricos de quartzo e feldspato já em avançado estado de alteração para sericita, caulinita e carbonato. Foto com NX.

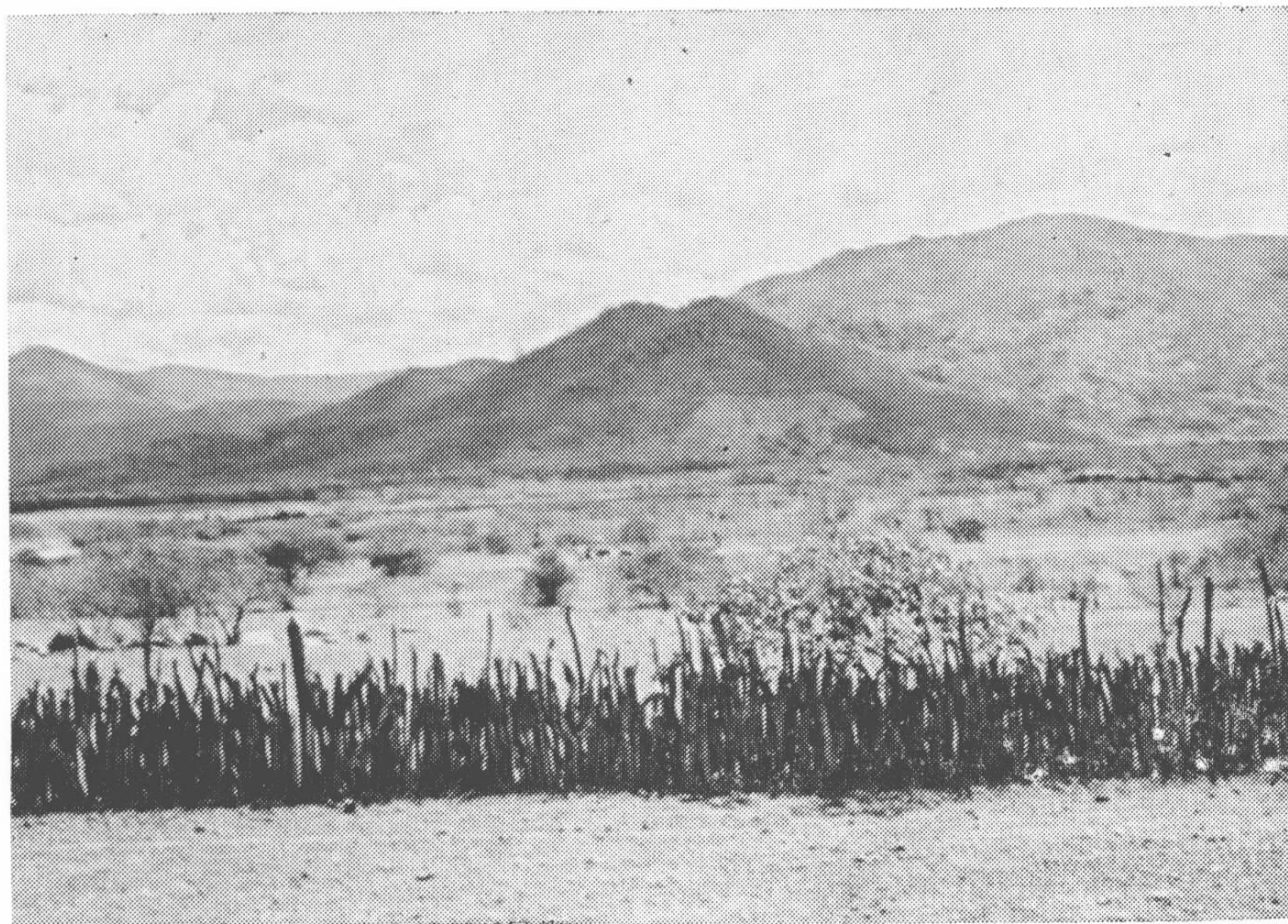


Foto 26 — Elevação em primeiro plano formada pelo conglomerado da Formação Aprazível, na encosta da Serra do Rosário, ao fundo. Notar o acamamento com altitude 30° para NE do conglomerado, que assenta discordantemente sobre os arenitos da Formação Coreáú.

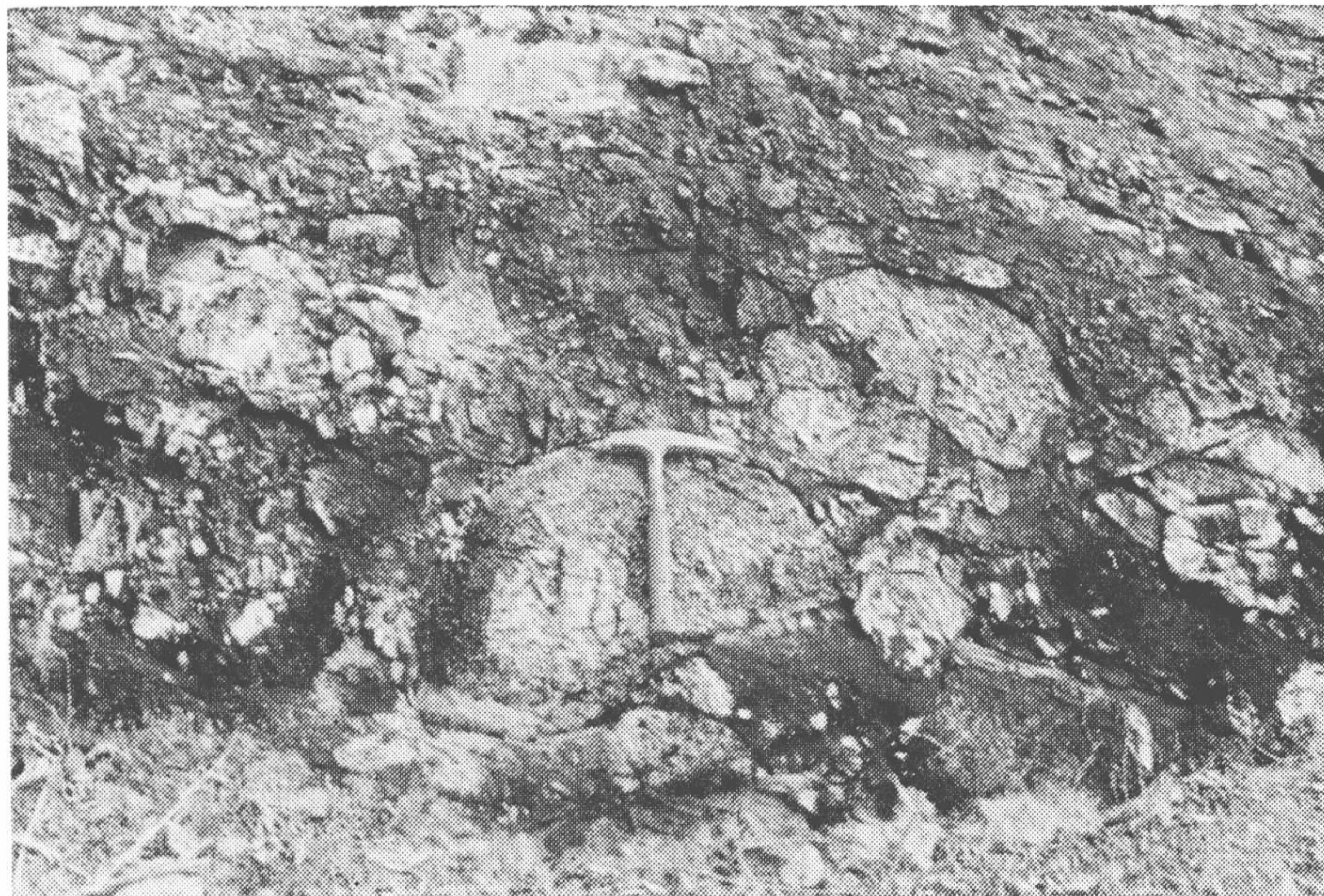


Foto 27 — Conglomerado Aprazível, não estratificado, com blocos sub-arredondados de arenito arcoseano da Formação Pacujá e blocos angulosos de quartzito e gnaíse.



Foto 28 — Conglomerado brechóide da Formação Aprazível, estratificado, próximo a zona de cisalhamento de Jaguarapí, com mergulho de 70° para NW. Sul da lagoa de Jaburuna.



Foto 29 — Falésia esculpida no conglomerado com cimento laterítico da Formação Camocim. Na parte superior afloram as areias argilosas do Grupo Barreiras. Ao fundo, a cidade de Camocim.

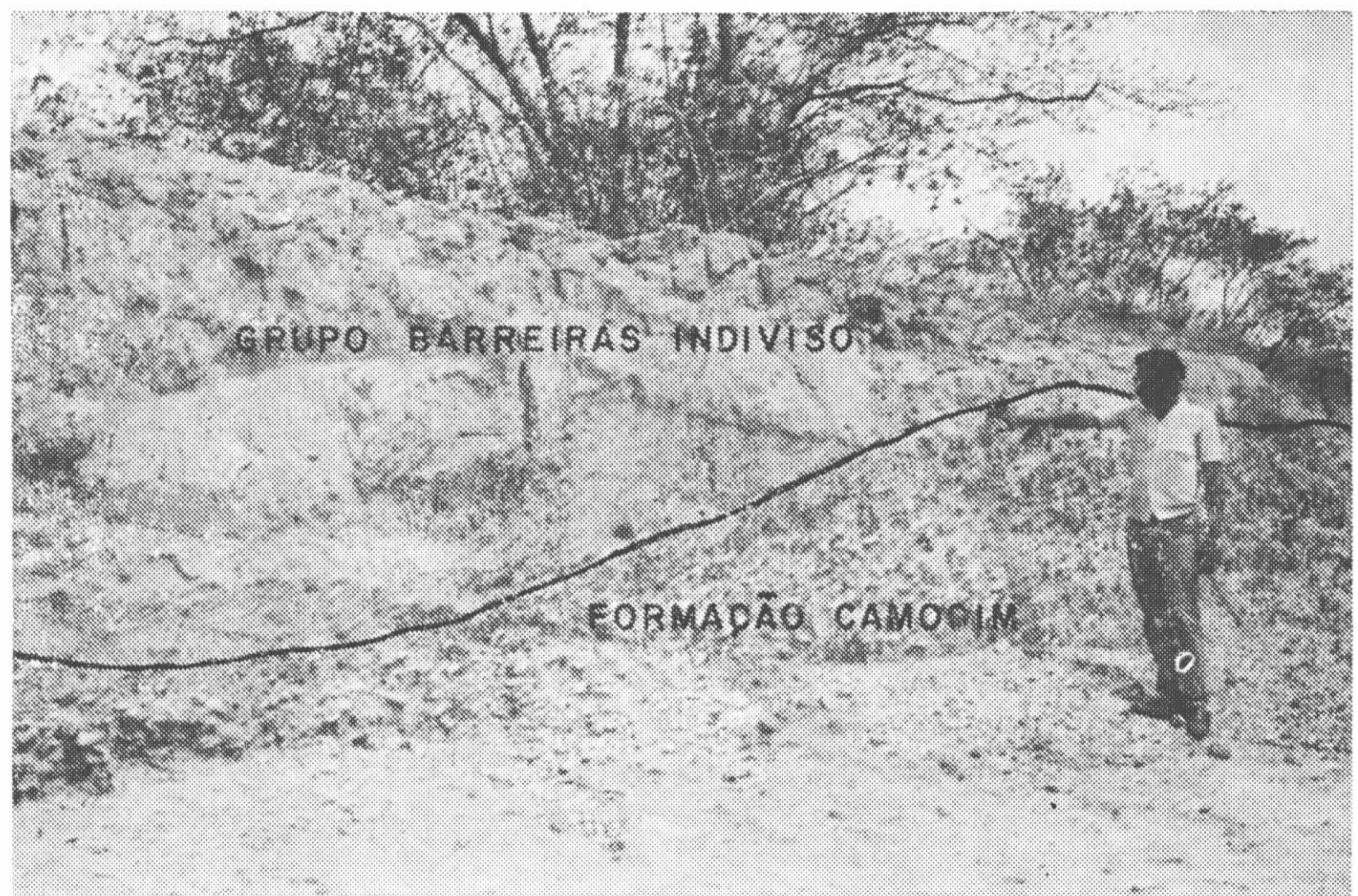


Foto 30 — Contacto discordante entre o conglomerado laterítico da Formação Camocim, sotoposta, e as areias argilosas do Grupo Barreiras indiviso, preenchendo paleo-canal, que evidencia a existência de uma superfície de erosão pré-Barreiras. Rodovia CE-71, trecho entre Itacolomy-Granja.



Foto 31 — Aspecto típico do conglomerado da Formação Camocim, na praia do Farol, na cidade de Camocim. Seixos de quartzo sub-arredondados, de tamanho e forma variáveis, consolidados por um cimento silico-ferruginoso.



Foto 32 — Aspecto típico do conglomerado com cimento laterítico da Formação Camocim próximo a cidade de Martinópolis. Notar a presença de leitos mais grosseiros e a angulosidade dos seixos.



Foto 33 — Areias argilosas, mal classificadas e de coloração avermelhada do Grupo Barreiras indiviso. Ponta de Jeriquaquara, Ceará.



Foto 34 — Níveis cinza escuros de minerais pesados em dunas móveis, na área a oeste da cidade de Camocim.

PROJETO JAIBARAS - VOL. II

ERRATA

Em todos os volumes, onde aparecem as palavras ARCOSEOS, METASILTITO, A GEOSINCLINAL, MIOGEOSINCLINAL, A SINCLINAL, leia-se respectivamente ARCÓZIOS, METASSILTITOS, O GEOSSINCLINAL, MIOGEOSSINCLINAL, O SINCLINAL.

<u>Pág.</u>	<u>Alínea</u>	<u>Onde se lê</u>	<u>Leia-se</u>
Sumário	9	Fotofisionomia	Fitofisionomia
15	3	estepe-tropical	savana tropical
16	5	Leguminosas	Leguminosae
62	14	alterância	alternância
76	9	microscipio	microscópio
87	6	registram condi- ções ambientais calmas	registram condi- ções ambientais fortemente oxi- dantes.....
132	27	que chega a for- mar	formando
149	18	vacuolos	vacúolos