

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

PROJETO JAIBARAS

F O L H A S

P A R N A Í B A	—	S A - 2 4 - Y - A - I V
B I T U P I T A	—	S A - 2 4 - Y - A - V
B U R I T I D O S L O P E S	—	S A - 2 4 - Y - C - I
C H A V A L	—	S A - 2 4 - Y - C - I I
P I R A C U R U C A	—	S A - 2 4 - Y - C - I V
V I Ç O S A D O C E A R Á	—	S B - 2 4 - Y - C - V

RELATÓRIO FINAL - Vol. III



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
AGÊNCIA RECIFE

— JUNHO 1973 —

PHL  
007604  
2006

PHL	296	SURVEIL
CPRM		SLEUTE
ARCHIVO TÉCNICO		
Edición n.º	139-S	
N.º de Vol mes:	5	V: 3
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 — AGENTE

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. III



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
DIRETORIA DE OPERAÇÕES  
AGÊNCIA RECIFE

— JUNHO 1973 —

## SUMÁRIO

SINOPSE	1
1 - INTRODUÇÃO	2
1.1 - Histórico	3
1.2 - Objetivos	6
1.3 - Localização e Acesso	7
1.4 - Metodologia de Trabalho	9
2 - CLIMATOLOGIA E FITOFISIONOMIA	10
2.1 - Clima	11
2.2 - Vegetação	13
3 - GEOMORFOLOGIA	14
3.1 - Aspectos Descritivos	15
3.2 - Aspectos Evolutivos	19
4 - ESTRATIGRAFIA	22
4.1 - Comentários Gerais	23
4.2 - Pré-Cambriano	27
4.2.1 - Unidade "C"-(pré-Cambriano "C")	27
4.2.1.1 - Definição	27
4.2.1.2 - Características Morfológicas	27
4.2.1.3 - Características Petrográficas	28
a - Migmatitos Homogêneos	29
b - Quartzitos ferríferos e outros	30

c - Granitóides tipo Chaval	31
d - Cataclasitos	32
4.2.1.4 - Arranjo Estrutural	33
4.2.1.5 - Grau Metamórfico	35
4.2.2 - Unidade "B"-(pré-Cambriano "B")	35
4.2.2.1 - Definição	35
4.2.2.2 - Características Morfológicas	36
4.2.2.3 - Características Petrográficas	36
a - Magmatitos Heterogêneos	37
b - Quartzitos	37
4.2.2.4 - Arranjo Estrutural	38
4.2.2.5 - Grau Metamórfico	39
4.2.3 - Unidade "A"-(pré-Cambriano "A")	39
4.2.3.1 - Definição	39
4.2.3.2 - Características Morfológicas	40
4.2.3.3 - Características Petrográficas	40
a - Quartzitos	41
b - Filitos e xistos	41
4.2.3.4 - Arranjo Estrutural	43
4.2.3.5 - Grau Metamórfico	46
4.3 - Cambro-Ordoviciano	48
4.3.1 - Grupo Jaibaras	48
4.3.1.1 - Formação Aprazível	48
a - Definição, Área e Modo de Ocorrência	48
b - Petrografia, Idade e Ambiente de Sedimentação	49

4.4 - Paleozóico da Bacia do Meio Norte	51
4.4.1 - Formação Serra Grande	51
4.4.1.1 - Definição	51
4.4.1.2 - Área de Ocorrência	52
4.4.1.3 - Modo de Ocorrência	53
4.4.1.4 - Características petrográficas	54
4.4.1.5 - Idade e Paleontologia	56
4.4.1.6 - Ambiente de Sedimentação	57
4.4.2 - Formação Pimenteiras	58
4.4.2.1 - Definição	58
4.4.2.2 - Área de Ocorrência	60
4.4.2.3 - Modo de Ocorrência	60
4.4.2.4 - Características Petrográficas	62
4.4.2.5 - Idade e Paleontologia	64
4.4.2.6 - Ambiente de Sedimentação	65
4.4.3 - Formação Cabeças	65
4.4.3.1 - Definição	65
4.4.3.2 - Área de Ocorrência	67
4.4.3.3 - Modo de Ocorrência	68
4.4.3.4 - Características Petrográficas	69
4.4.3.5 - Idade e Paleontologia	70
4.4.3.6 - Ambiente de Sedimentação	71
4.4.4 - Formação Longá	72
4.4.4.1 - Definição	72
4.4.4.2 - Área de Ocorrência	73
4.4.4.3 - Modo de Ocorrência	74
4.4.4.4 - Características Petrográficas	75

4.4.4.5 - Idade e Paleontologia	76
4.4.4.6 - Ambiente de Sedimentação	77
4.4.5 - Formação Potí	77
4.4.5.1 - Definição	77
4.4.5.2 - Área de Ocorrência	79
4.4.5.3 - Modo de Ocorrência	80
4.4.5.4 - Características Petrográficas	80
4.4.5.5 - Idade e Paleontologia	81
4.4.5.6 - Ambiente de Sedimentação	82
4.5 - Intrusivas Básicas Mesozóicas	83
4.5.1 - Definição	83
4.5.2 - Área de Ocorrência	84
4.5.3 - Modo de Ocorrência	85
4.5.4 - Características Petrográficas	86
4.5.5 - Idade e Correlação	88
4.6 - Coberturas Cenozóicas	90
4.6.1 - Formação Pirabas	90
4.6.1.1 - Definição	90
4.6.1.2 - Área de Ocorrência	91
4.6.1.3 - Modo de Ocorrência	93
4.6.1.4 - Características Petrográficas	94
4.6.1.5 - Idade e Paleontologia	96
4.6.1.6 - Ambiente de Sedimentação	98
4.6.2 - Grupo Barreiras Indiviso	101
4.6.2.1 - Definição	101



4.6.2.2 - Área de Ocorrência	103
4.6.2.3 - Modo de Ocorrência	104
4.6.2.4 - Características Petrográficas	105
4.6.2.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação	106
4.6.3 - Coberturas Intramontanas	108
4.7 - Sedimentos Recentes de Praia e Aluviões	109
4.7.1 - Paleo-Dunas	109
4.7.2 - Dunas Móveis e Sedimentos de Praia	110
4.7.3 - Aluviões	112
5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL	116
6 - GEOLOGIA HISTÓRICA	121
7 - GEOLOGIA ECONÔMICA	127
7.1 - Generalidades	128
7.2 - Cobre de Pedra Verde	129
7.3 - Manganês de Oitis	133
7.4 - Ferro de Itaúna	136
7.5 - Minerais Radioativos	137
7.6 - Calcário	138
7.7 - Areias Ilmeníticas	141
7.8 - Água Subterrânea	143
8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	144
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	153

## SINOPSE

Mapeamento geológico na escala 1:100.000 de uma área de 14.500 km<sup>2</sup> compreendida entre os meridianos 41°W e 42°W e os paralelos 2° 30'S e 4°S. 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. Descrição da Formação Aprazível, unidade terminal do Grupo Jaibaras, única representação das formações cambro-ordovicianas nesta área. Caracterização detalhada e discursão das idades das formações: Serra Grande, do siluro-devoniano; Pimenteiras, Cabeças e Longá, do Devoniano; e Formação Potí, do Carbonífero Inferior. Intrusões de diabásio do Jurássico, tipos de ocorrências e caracterização petrográfica. Formação Pirabas, do Mioceno Inferior, descrição de novos afloramentos, discursão e revisão bibliográfica da paleontologia. Descrições do Grupo Barreiras Indiviso, 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; sinéclise Paleozóica. Evolução histórica. Geologia econômica; ocorrências de cobre, manganês, ferro, calcário, areias ilmeníticas, minerais radioativos e água subterrânea. Conclusões e recomendações.



1 - INTRODUÇÃO

## 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 oeste do meridiano  $41^{\circ}W$ , 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 Parnaíba, Bitupitá, Burití dos Lopes, Chaval, Piracuruca e Viçosa do Ceará, com um total aproximado de 14.500 quilômetros quadrados, abrigando três grandes unidades geológicas, com áreas de ocorrência irregulares e desiguais, individualizadas no mapa da figura 1, a saber: embasamento pré-Cambriano, Siluro-devoniano e coberturas cenozóicas. Pequena representação da Formação Aprazível, do Cambro-ordoviciano foi assinalada na folha Viçosa do Ceará.

Os trabalhos de campo nesta área, desenvolvidos em fases intermitentes, no período janeiro/dezembro de 1972, foram executados pelos geólogos - JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA; MÁRIO JORGE COSTA; CESAR ROBERTO HABEKOST; CARLOS ALBERTO C. LINS; IVANUEL FORTUNATO BACCHIEGGA E WALDEMIR BARBOSA DA CRUZ. A integração e interpretação dos dados geológicos coube maiormente aos geólogos JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA e MÁRIO JORGE COSTA, sendo o primeiro responsável pela montagem final dos mapas geológicos das regiões sedimentares, cabendo ao geólogo IVANUEL F. BACCHIEGGA a montagem dos mapas geológicos das regiões cristalinas. A redação do texto deste volume coube ao geólogo JOSÉ BERNARDINO DE FRANÇA na parte rela-

tiva às formações sedimentares e ao geólogo MARIO JORGE COSTA na parte relativa aos terrenos cristalinos.

Os serviços de laboratório foram executados pelo LAMIM/CPRM e em parte pelos laboratórios da Divisão de Geologia do Departamento de Recursos Minerais 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.

Química: Maria Leopoldina Martins Lastres, Elizabeth de B.B. Winter Pecego, Maria Lucia de Miranda e Lemos, Carmem Lúcia 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, Lilé 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).

## 1.2 - OBJETIVOS

O Projeto Jaibaras tem por objetivo básico o mapeamento geológico na escala 1:100.000 de cerca de 31.000km<sup>2</sup> na região noroeste do Ceará, norte do Piauí e pequena faixa costeira do Maranhão. Na área objeto deste relatório, especialmente na faixa das formações paleozóicas, o mapeamento executado teve mais um carácter da revisão e integração de levantamentos anteriores a cargo de diversas instituições. Na faixa cenozóica procurou-se alcançar uma definição em termos estratigráficos das diversas unidades especialmente na geologia do Terciário.

No que concerne ao embasamento pré-Cambriano, procurou-se definir os padrões tectônico-estruturais das diversas associações litológicas individualizadas e quando possível os seus relacionamentos estratigráficos. 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 no extremo noroeste do Estado do Ceará, norte do Estado do Piauí e nordeste do Estado do Maranhão, compreendida entre os meridianos  $41^{\circ}\text{W}$  -  $42^{\circ}\text{W}$  e entre a costa atlântica e o paralelo  $4^{\circ}\text{S}$ .

A região em referência está razoavelmente servida de vias de comunicação, transporte e suprimento energético. As rodovias federais, pavimentadas, BR-222 e BR-343, seccionam a área nos sentidos leste-oeste e norte-sul, respectivamente, 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. Conta ainda a área em epígrafe, com um ramal da RFFSA, ligando Teresina a Parnaíba e ao porto de Luiz Correia. A cidade de Parnaíba, polo de desenvolvimento da região, localizada no extremo noroeste da área, centraliza todo o sistema de navegação fluvial do delta do rio Parnaíba e área costeira do Estado do Maranhão. Dispõe ainda de moderno aeroporto, com vôos diários para as capitais da região.

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



# PROJETO JAIBARAS

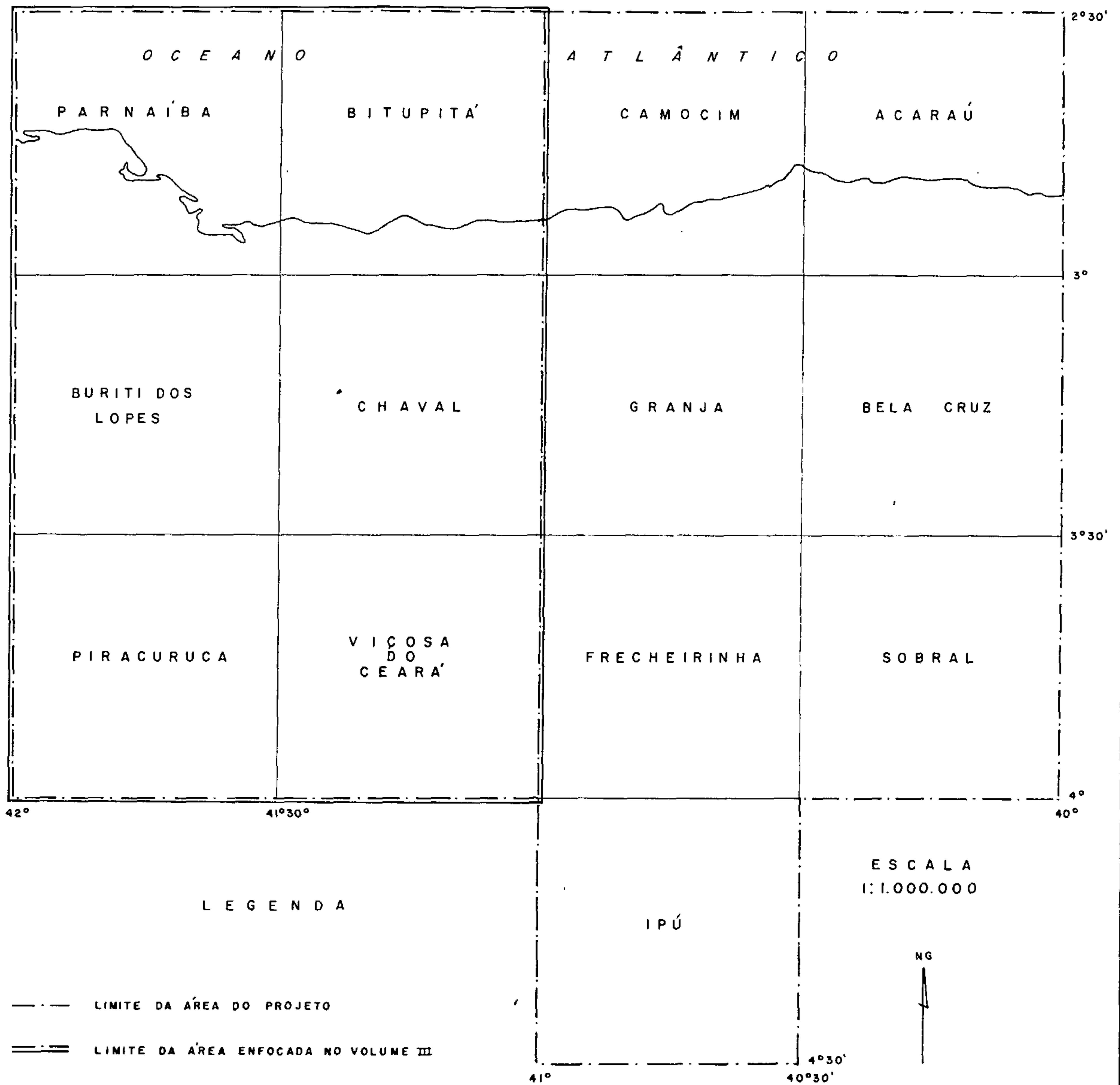


FIGURA-1



O suprimento energético de alta e baixa tensão é eficiente e abundante, estando a região incorporada ao sistema COHEBE-CHESF. Todas as sedes municipais e algumas povoações maiores dispõem de facilidades energéticas.

#### 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, adaptada às especificações e metodologia da programação. Foram utilizadas fotos aéreas verticais na escala 1:25.000, obtidas em 1956 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.

Nas áreas de rochas cristalinas do embasamento pré-Cambriano, (folha Chaval), executamos um programa de pesquisa geoquímica de reconhecimento, multielementar, em sedimentos de corrente. Por conveniência técnica, os resultados da amostragem oriunda desta área foram tratados juntamente com aqueles das áreas a leste do meridiano 41°W e são apresentados no volume II deste relatório.

Os mapas geológicos finais, na escala 1:100.000 foram montados em bases planimétricas compiladas a partir dos fotomosaicos semi-controlados na mesma escala, já referidos.



2 - CLIMATOLOGIA E  
FITOFISIONOMIA

## 2.1 - CLIMA

O clima, na área referida neste volume, se caracteriza por duas estações bem distintas. Uma estação chuvosa, que começa entre novembro e dezembro, terminando em abril, com precipitações bastante irregulares e máximas pluviais entre março e abril. É uma estação seca, que se prolonga de junho até fins de novembro. Nesta época as águas superficiais escasseiam, ficando completamente secos os leitos dos pequenos rios e riachos.

Do ponto de vista das médias anuais de precipitação, esta região abrange duas faixas de índices pluviométricos distintas. Da escarpa da serra da Ibiapaba para oeste, situa-se a faixa com precipitações entre 1200 e 1500 mm, com valores crescentes no mesmo sentido oeste, incluída na classificação Aw de Köppen. Para leste da cuesta, nos terrenos baixos e aplainados do cristalino e se estendendo até o litoral, situa-se a faixa com índices compreendidos entre 1200 e 1000 mm, correspondendo à região semi-árida, caracterizada principalmente pelas irregularidades das precipitações e médias termiais altas, que enquadram o clima no tipo BShw de Köppen.

A faixa costeira apresenta um incremento pluviométrico de leste para oeste, situando-se na zona de transição entre o litoral semi-árido, que se dilata até o extremo leste da costa setentrional do Rio Grande do Norte, e o litoral semi-úmido do Maranhão. Pequenas diferenciações se observam ainda nos trechos em que a linha de praia tem direção

NW, favorecidos pelos contra-alísios, de direção leste-oeste. Essa transição se reflete na economia da região. Do lado leste do rio São Miguel a taxa de umidade é mais reduzida e a evaporação mais intensa, propiciando a existência de salinas em grandes extensões no próprio rio São Miguel, no Timonha e mais para leste, no Coreaú e Acaraú.

O contraste morfológico representado pela serra da Ibiapaba é o responsável pela existência de condições climáticas locais naquela região serrana, em confronto com a semi-aridez das áreas aplainadas e rebaixadas do cristalino. A influência do relevo, ali enseja uma incidência maior de chuvas, insolação mais atenuada nos períodos secos, um aumento relativo da umidade e médias de temperatura mais baixas, resultando em melhores condições de habitabilidade e de exploração agrícola. Essa configuração morfológica assinala ainda a transição entre a zona semi-árida do leste da serra e a faixa semi-úmida do oeste, em direção ao interior maranhense.

## 2.2 - VEGETAÇÃO

A diferenciação climática e morfológica da área aqui referida, enseja o aparecimento de assembleias vegetais diferenciadas e bem características.

A região da serra da Ibiapaba, em uma faixa disposta no sentido N-S, com dez a vinte quilômetros de largura, encerra uma vegetação exuberante, de mata-úmida, como resultado do microclima local, propício a fruticultura, cafeeicultura e uma agro-indústria primitiva de cana de açúcar. Na faixa semi-árida, que se prolonga até a zona litorânea, desenvolve-se uma vegetação rarefeita, arbustiva, por vezes espinhenta, com as espécies vegetais típicas da "caatinga" nordestina. A palmeira carnaúba, de grande importância sócio-econômica é o elemento característico e onipresente na paisagem desta região.

Do rio Longá para leste, os terrenos elevam-se gradualmente e de maneira escalonada, até os níveis mais altos da serra da Ibiapaba, cobertos por uma vegetação densa, do tipo arbóreo-arbustiva, englobando nas áreas baixas grandes extensões de cocais e carnaubais, e secundariamente os buritizeiros e tucunzeiros. Finalmente, as zonas de baixadas litorâneas, sob influência das marés, especialmente a região do delta do Parnaíba e os estuários dos demais rios, caracterizam-se pela vegetação halófila dos manguezais.



3 - GEOMORFOLOGIA



### 3.1 - ASPECTOS DESCRITIVOS

Sob o aspecto descritivo, distinguimos na área do Projeto Jaibaras, a oeste do meridiano 41° W, quatro unidades morfológicas diretamente condicionadas as variações litológicas e estruturais da região.

As áreas mapeadas como Unidade "C" do pré-Cambriano, com exceção das faixas quartzíticas e dos granitoides tipo Chaval, correspondem a regiões absolutamente aplainadas, de solo arenoso delgado, com cotas variando entre 50 e 100 metros, por vezes niveladas aos topos dos tabuleiros cenozóicos. Sobresae-se do aplainamento generalizado, cristas e "hogbacks" alinhados, correspondentes aos níveis quartzíticos, com maior frequência na área de Itaúna e Ibuguaçu. Na região de Chaval, e a oeste da falha Santa Rosa, são comuns elevações arredondadas, típicos "inselbergs" retrabalhados, litologicamente constituídos pelos granitos porfiríodes de Chaval.

A segunda unidade geomorfológica no âmbito dos terrenos pré-cambrianos corresponde as áreas de ocorrência da Unidade "A" onde predomina um relevo montanhoso bastante movimentado, que tem como suporte os espessos pacotes quartzíticos da base da sequência. São elementos morfológicos de destaque, cristas alinhadas e verticalizadas com desníveis da ordem de 400 - 500 metros e cuevas voltadas para NE com rebordo semi-circular, refletindo fielmente o estilo tectônico prevalecente na área. Nas áreas de litologia xistosa, preservada nas calhas dos grandes dobramentos, desenvolvem-se vales fechados, em "V", dispostos perpendicularmente a frente do

recuo da escarpa da Formação Serra Grande. Este relevo jó  
vem, de modelo áspero, tem seu maior exemplo na região das  
serras Ubatuba e Timbauba.

Nas áreas de ocorrência dos sedimentos paleozói  
cos da bacia do Meio Norte instalou-se a terceira grande uni  
dade geomorfológica da região aqui enfocada, limitada nos la  
dos leste e norte pela linha de cuestas elevadas que consti  
tuem a serra da Ibiapaba. Ao longo deste ressalto topográfico  
são observados desníveis de até 600 - 650 metros entre o tô  
po da serra e a superfície aplainada do cristalino, notadamen  
te no trecho Tianguá-Viçosa do Ceará, para então de  
crescer contínua e progressivamente até a região do baixo Parnaíba,  
onde a escarpa não apresenta desnível superior a 35 metros.

A irregularidade da linha de escarpa, com numero  
sas reentrâncias e anfiteatros de erosão, é condicionada às  
formas estruturais e diferenciações litológicas das rochas  
cristalinas do substrato, que respondem diferentemente aos  
processos erosivos. No trecho da cuesta compreendido entre  
Viçosa do Ceará e Tianguá, prolongando-se para sul, obser  
va-se o entalhamento de um patamar frontal interpondo-se en  
tre a escarpa marginal e o topo da serra, esculpido na For  
mação Serra Grande, e correspondente a um horizonte de silti  
tos e folhelhos impermeáveis, intercalado nesta unidade, res  
ponsável também pela linha de fontes perenes que irriga a  
borda da serra.

O reverso da cuesta se inclina suavemente para o  
interior da bacia, formando quatro níveis topográficos esca  
lonados, facilmente visualizados ao longo do trecho Tian

guá-Alto-Alegre, na BR-222, a saber: 750 m em Tianguá; 630 m em Vista Alegre; 380 m em Grossos e 180 m em Alto Alegre. No percurso Viçosa do Ceará-Cocal, observa-se este mesmo sistema escalonado. O fator preponderante na morfogênese destas superfícies é a configuração estrutural dos estratos, com caimento homoclinal para o centro da bacia. Para oeste, a medida que se avizinha do vale do rio Longá, o relevo torna-se menos vigoroso, com formas mais suaves, sobressaindo-se em alguns lugares mesetas baixas de arenitos das Formações Cabeças e Potí, caracterizando um novo padrão morfológico.

Os terrenos cenozóicos de cobertura, que ocupam uma faixa de largura variável ao longo da costa, podendo atingir penetrações de até 40 km para o interior como ocorre nos vales dos rios Ubatuba e Timonha, correspondem a uma ampla superfície com cotas de 15 - 20 metros no litoral, crescendo de maneira contínua e regular para o interior onde atinge valores na faixa 85 - 90 metros na região de Tabuleiro e Petimbú. Esta unidade geomorfológica corresponde aos denominados tabuleiros costeiros, limitados 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 tópo aplainado e nivelado, as mesmas cotas, das rochas cristalinas, profundamente intemperizadas e laterizadas. Esta superfície de abrasão/deposição constitui uma entidade geomorfológica distinta, bem definida na área do Projeto a leste do meridiano 41° W, e denominada de "superfície Araras".

Ainda no âmbito dos terrenos cenozóicos, temos a considerar as pequenas mesetas oriundas da dissecação de de

pósitos cenozóicos de "piemont" e vales intramontanos, bem representados na área ao sul de Ibuguaçu, individualizados no mapa como Qc, e cujas superfícies tendem a nivelar-se as cotas da superfície Araras.

Temos a considerar ainda as amplas planícies holocênicas do delta do rio Parnaíba, que se prolonga para o interior até a região da Barra do Longá. São terras baixas, em sua maior parte alagadiças, que abrigam lagoas rasas e uma drenagem anastomótica com frequentes canais meandriformes. Na área do delta, já sob influência das penetrações marinhas de preamar, desenvolvem-se extensos manguesais, com vegetação halófila característica.

### 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-Cenozoico 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 de 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. 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 mesozoica da Plataforma ou "reativação Wealdeniana", definida por Almeida, (1967). 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, e nordeste do Piauí, fenômeno que caracteriza a segunda fase da reativação wealdeniana, atribuída ao período Aptiano-Eoceno. 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 e nordeste, perpendicularmente a linha de cuesta da Ibiapaba, representados hoje pelas serras de Ubatuba, Petimbú, Timbaúba e São Joaquim.

Ainda em consequência do arqueamento regional característico da segunda fase da reativação wealdeniana, verificou-se a inclinação progressiva para oeste de todo flanco oriental da sinéclise paleozoica, expondo os estratos a um processo erosivo lento e persistente. A atual superfície topográfica suavemente inclinada desde o bordo da Ibiapaba em direção ao eixo principal da bacia é o reflexo de uma antiga superfície estrutural, profundamente entalhada pelos processos erosivos. O posicionamento estrutural e a alternância litológica de folhelhos e arenitos condicionaram o entalhamento de diversos níveis topográficos escalonados, característicos do flanco nordeste da bacia do Meio Norte.

A leste da bacia, sobre as áreas de rochas cristalinas exumadas pela fase de desnudação acima referida e possivelmente contemporânea do Ciclo Sul-Americano, Braun, (1971), 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.



4 - ESTRATIGRAFIA



#### 4.1 - COMENTÁRIOS GERAIS

No que concerne às rochas do embasamento pré-Cambriano, aflorantes em maior extensão nas folhas Chaval e Buriú, dos Lopes, o critério de mapeamento adotado visou principalmente a separação de unidades lito-estruturais, sem preocupação imediata com os seus relacionamentos estratigráficos. 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 maior detalhe.

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 discursão 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.
- 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.

O período Cambro-ordoviciano, tão bem documentado na porção leste da área do Projeto Jaibaras, na região a oeste do meridiano  $41^{\circ}$  W, limita-se a pequena representação da Formação Aprazível, unidade terminal do Grupo Jaibaras, assinalada na extremidade nordeste da folha Viçosa do Ceará. A coluna estratigráfica adotada para este período é discutida com detalhes no Volume II deste relatório.

Para os sedimentos siluro-devonianos e carboníferos da bacia do Meio Norte, que ocupam amplas áreas nas folhas Burití dos Lopes, Chaval, Piracuruca e Viçosa do Ceará, adotou-se o empilhamento estratigráfico estabelecido por Kegel, (1953), com as modificações propostas por Blankenbush, (1952), para as unidades basais da sequência. A figura 2 apresenta sumariamente, a coluna estratigráfica adotada neste relatório, no âmbito das unidades aqui referidas.

Embora a geologia da bacia em seus aspectos tectônico-estruturais, se apresente bastante simples, o mesmo não acontece com relação aos limites entre as diversas unidades lito-estratigráficas, haja visto as diferenças de critérios usados em trabalhos anteriores, particularmente para as formações da sequência siluro-devoniana. Isto decorre natu-

SEÇÃO COMPOSTA				DATA	ESCALA	FIGURA
				NOVEMBRO / 1972	1:5.000	2
IDADE	FORMAÇÃO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
CENOZÓICO	GRUPO BARBEIRAS PIRABAS/ CAMOCIM	1100		Aluviões e sedimentos de praia.		
		1068		Paleo dunas, com areia de grã média, bem classificada.		
MESOZÓICO	LONGÁ CABEÇAS PIMENTEIRAS SERRA GRANDE	1058		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 pigeonita com diferenciações locais para microtonalito.		
		990		Arenito fino a médio granular, cinza a róseo, silítico, friável, maciço, com camadas de 10 - 15 cm de espessura e estratificação cruzada tipo tabular.		
		870		Folhelho cinza escuro, finamente estratificado, micáceo, silítico, 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.		
		780		Arenito de grã média a grosseira, acamamento geralmente irregular, maciços, com intercalações na parte superior, de siltitos cremes, laminados, consistentes, com sinais de recozimento nos contatos com os sills de diabásio.		
				Arenito fino, silítico, 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 arroxado, por vezes silítico, algo micáceo, com intercalações de arenitos finos e siltitos finamente laminados.		
				800		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.
PALEOZÓICO	SERRA GRANDE			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, às 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-silítica.		
				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 feldspato caulínizado.		
				Arenito branco, grã média a conglomerático, 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.		

ralmente da similitude litológica e do trânsito gradacional nos contatos geológicos. Adotou-se neste trabalho reunir em uma mesma unidade as áreas caracterizadas nas fotografias aéreas por padrões semelhantes de textura, tonalidade, drenagem, estilo tectônico, etc., correspondendo no terreno, a pacotes de sedimentos com os mesmos caracteres litológicos.

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. Na figura 2, consta a coluna estratigráfica dos terrenos cenozóicos adotada na área do Projeto Jaibaras.

## 4.2 - PRÉ-CAMBRIANO

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

#### 4.2.1.1 - Definição

Na área do Projeto Jaibaras, referida neste volume, a unidade "C" do pré-Cambriano tem presença marcante nas folhas Chaval e Burití dos Lopes, com ocorrências secundárias e isoladas nas folhas Bitupitá e Parnaíba. Corresponde à porção noroeste do "corpo orogênico de Coreaú", Kegel, (1965), e é parte do conjunto referido por Oliveira e Silva, (1963), como uma sequência de paramorfitos migmatizados em escala crescente do sul para o norte, culminando o processo com os granitos porfiróides de Chaval.

No conceito aqui adotado, a Unidade "C" reúne um complexo de migmatitos homogêneos, granitóides metassomáticos e secundariamente, quartzitos ferríferos e cataclasitos.

#### 4.2.1.2 - Características Morfológicas

A paisagem típica do pré-Cambriano "C", na área em foco, é um peneplano arrasado com formas remanescentes de antiga superfície de erosão grosseiramente nivelada às cotas dos tabuleiros cenozóicos. Nos vales dos rios Ubatuba e Timonha, as cristas e "hogbacks" alinhados segundo NE-SW e NNE-SSW quebram a monotonia da paisagem e marcam a ocorrência de litologias mais resistentes. Outra feição morfológica

de destaque no âmbito da Unidade "C" é representada pelo conjunto de elevações de direção meridiana com inflexão para NW, que de Chaval para sul, configuram o aqui denominado "Alto" de Chaval. São formas de relevo remanescentes que se sobressaem como "inselbergs" arredondados, por sobre a superfície dos tabuleiros cenozóicos. Litologicamente, são constituídos por granitos porfiróides grosseiros, aqui agrupados sob a denominação de "granitóides tipo Chaval".

Os solos do pré-Cambriano "C" são escassos, mal desenvolvidos e arenosos, impróprios à culturas. A rede hidrográfica é relativamente densa e instalou-se segundo as linhas de fraturas. Os rios Timonha e Ubatuba, principais cursos d'água da região, cortam transversalmente os lineamentos estruturais, no sentido contrário ao mergulho das camadas.

#### 4.2.1.3 - Características Petrográficas

As três unidades litológicas atribuídas ao pré-Cambriano "C" estão representadas na área objeto deste relatório, sendo que uma delas, em toda área do Projeto, ocorre exclusivamente nas folhas Chaval e Burití dos Lopes. A divisão adotada não tem nenhum sentido crono-estratigráfico e visa tão somente sistematizar as diferenças litológicas do conjunto.

a - Migmatitos Homogêneos - (pêCmi)

Esta unidade tem presença marcante na folha Cha val, alargando-se sensivelmente de oeste para leste, limita da ao norte pelos contornos irregulares das coberturas cenozóicas e ao sul pela formação Serra Grande e pelos quartzitos e xistos da Unidade "A" do pré-Cambriano, que a recobre em discordância. Na folha Burití dos Lopes, os migmatitos homogêneos afloram a partir de Marruás para oeste, e voltam à aparecer em afloramento isolado na localidade Pedra do Sal, na Ilha Grande de Santa Isabel, folha Parnaíba, já na costa atlântica (foto 1).

Os migmatitos homogêneos, predominantes, do tipo embrechito, são essencialmente gnaisses de granulação grossa, de aspecto granitóide com bandeamento irregular e uma xistosidade remanescente, por vezes confusa. Na área de Ibubaguaçu são comuns anatexitos nebulíticos, gradando para tipos granitóides, absolutamente homogêneos e isótropos. Entre Marruás e o rio Parnaíba esta fácies nebulítica assume expressão relevante. Do ponto de vista petrográfico, são 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, e a biotita em palhetas alongadas, além do epidoto. Os feldspatos são plagioclásio e ortoclásio em proporções variáveis. Em afloramentos no vale do rio Timonha, ao norte de Itauna, assinalou-se a presença de almandina biotita gnaisses, do mesmo tipo descrito em afloramentos da estrada Granja-Camocim, e que



parece constituir uma fácies petrográfica persistente e bastante característica desta unidade litológica.

Os migmatitos heterogêneos, esporadicamente representados, na área em apreço, foram classificados como epibolitos, observando-se distintamente às faixas máficas de paleossoma intercaladas no material claro, neossomático. Frequentemente, as finas camadas félsicas são caracterizadas por numerosas dobras ptigmáticas e estruturas do tipo "pinch and swell", bem representadas em afloramentos da área de Petimbú.

b - Quartzitos ferríferos e outros - (p $\epsilon$ Cqz)

Encaixadas concordantemente na sequência migmatítica e morfológicamente diferenciadas na paisagem, foram individualizadas lentes de dimensões variadas, podendo atingir 10 km de comprimento e 800-1.000 metros de largura, de quartzitos ferríferos que chegam a apresentar localmente intercalações de hematita compacta e itabirito quartzoso. Suas ocorrências mais típicas distribuem-se ao longo da zona de cisalhamento de Itauna (vide comentários no capítulo de Geologia Econômica) e a sul e oeste de Ibuguaçu, constituídos neste caso de quartzitos puros ou micáceos, que formam cristas empinadas de direção NE-SW, todas na folha de Chaval. Como habitualmente ocorre com rochas deste tipo, os quartzitos da Unidade "C" do pré-Cambriano, não foram afetados pelos processos de migmatização e metassomatose, características do conjunto.

c - Granitóides tipo Chaval - (p8Cgm)

Esta fácies petrográfica do pré-Cambriano "C" ocorre conspicuamente na região de Chaval, com formas de relevo peculiares e se estende em direção sudoeste ao longo da falha Santa Rosa, penetrando na folha de Burití dos Lopes, onde constitui o assoalho de deposição da Formação Serra Grande, no trecho entre Recanto e Marruás. O limite norte de sua área aflorante, acompanha os caprichosos recortes dos tabuleiros das coberturas cenozóicas, aparecendo por vezes como ilhas isoladas na paisagem cenozóica. Petrograficamente são constituídos por um granito porfiróide grosseiro, mesocrático, com porfiroblastos de feldspato cinza de até 5 cm de dimensão maior, caoticamente distribuídos em uma matriz escura constituída de biotita, quartzo e grãos menores de feldspatos (foto 2). Em nenhum afloramento foi observada qualquer tendência de orientação da rocha. Os porfiroblastos de feldspatos mostram um falso zoneamento, devido à inclusões paralelas de finas palhetas de biotita. Ao microscópio, observam-se inclusões residuais de oligoclásio (16% An) nos porfiroblastos formados por microclina, que também constitui o total do feldspato da matriz. São frequentes texturas mirmequíticas. Compõe ainda a matriz, o quartzo, biotita alterada frequentemente para clorita, apatita, zircão e titanita.

No limite sul da unidade, próximo da falha Santa Rosa, a rocha assume uma composição sienítica, porfiróide, essencialmente constituída por microclina, substituindo albita (An 7%), e subordinadamente quartzo, titanita, apatita, zircão e opacos. Esta fácies petrográfica apresenta contatos

difusos e transicionais com as áreas de composição granítica e foi interpretada como culminações, em zonas de alívio de tensão, da metassomatose potássica que afetou o conjunto. As áreas limitadas desta fácies e sua distribuição difusa tornam inviável a sua individualização no mapa.

Ainda no âmbito dos granitóides tipo Chaval, resta mencionar a presença de raros e eventuais núcleos de textura nebulítica não totalmente digeridos pela metassomatose potássica característica da Unidade e que constituem autênticos "roof pendants" na área granitizada.

Do ponto de vista genético a Unidade aqui discutida corresponde aos granitóides porfiróides metassomáticos tão comuns no pré-Cambriano do nordeste, resultantes da maximização dos processos de migmatização e homogeneização, que atuaram neste bloco do embasamento.

#### d - Cataclasitos

Apesar de não individualizadas 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. Na área da folha Chaval, além da continuidade da zona de cisalhamento de Granja, destacamos mais três faixas paralelas, a saber, as zonas de cisalhamento de Tabuleiro, Itauna e Santa Rosa.

As litologias típicas destas zonas são os cataclasitos, que evoluem para milonitos e ultramilonitos nas zonas

de maior esforço. No terreno são facilmente identificáveis pela intensa laminação e quebramento das rochas, reduzida a pequenos fragmentos facilmente destacáveis do afloramento e desenvolvimento conspícuo da xistosidade de cisalhamento. Em algumas áreas são frequentes intensa epidotização e cloritização. A paragénese original da rocha é geralmente modificada, substituída por uma assembléia de minerais secundários, representada pela associação albita-epidoto-muscovita-sericita-clorita, em proporções variáveis, o que corresponde ao desenvolvimento de fácies de retrometamorfismo, associada às faixas cisalhadas.

#### 4.2.1.4 - Arranjo Estrutural

No âmbito das folhas Chaval e Burití dos Lopes a Unidade "C" do pré-Cambriano caracteriza-se pela ausência de estruturas dobradas e pelo paralelismo e constância dos elementos planares. Exibe um lineamento contínuo e paralelo, correspondente a foliação ou xistosidade das rochas orientadas segundo  $50^{\circ}$ - $60^{\circ}$  Az, na parte leste da folha Chaval, sofrendo pronunciada vergência na região a oeste do rio Timonha, onde assume direções segundo  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  Az, evoluindo gradativamente para posição meridiana na área ao sul de Ibuguaçu, flanco norte da serra da Ibiapaba.

Esta estruturação corresponde a uma sequência isoclinal com mergulhos da ordem de  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  e até sub-verticais, para sul, sudeste e leste, admitindo variações locais nas proximidades das grandes falhas. Nas áreas de rochas mais homogêneas

neizadas à foliação desaparece, diluindo-se conseqüentemente as lineações. Nestas áreas os elementos estruturais resumem-se a linhas de fraturas orientadas preferencialmente segundo N.NE-S.SW e NW-SE.

A feição tectônica de maior realce, na Unidade "C" do pré-Cambriano, corresponde aos grandes falhamentos transcorrentes orientados segundo NE-SW e que acompanham rigorosamente a virgação para sudoeste e sul das direções de foliação das rochas, já referida. Ao longo destas geoclases desenvolveram-se zonas de intensa milonitização, com 1 ou 2 quilômetros de largura.

A zona de cisalhamento de Granja, que se estende até a costa atlântica, na área a oeste do povoado Petimbú, confunde-se com a falha de Ibuguaçu, de rejeito vertical, e põe em contato tectônico a Unidade "C" com os quartzitos basais da Unidade "A" do pré-Cambriano.

Com área de afloramentos praticamente limitada à folha Chaval foram mapeadas as zonas de cisalhamento de Tabuleiro, Itauna e da falha Santa Rosa, todas aproximadamente paralelas e orientadas segundo o "trend" regional, de nordeste para sudoeste. Os quartzitos, xistos e filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano, na área serrana entre Ibuguaçu e a serra da Timbaúba, recobrem em discordância angular a Unidade "C", da mesma forma que as formações siluro-devonianas e cenozóicas.

#### 4.2.1.5 - Grau Metamórfico

A definição do grau de metamorfismo alcançado pela Unidade "C" do pré-Cambriano, baseou-se fundamentalmente nos estudos petrográficos em amostras coletadas nas áreas de Granja e no riacho Gangorra, todas a leste do meridiano 41°W. Com base em amostras coletadas na área de Ibuguaçu, no vale do rio Timonha e na área do riacho Santa Rosa, verificou-se na folha de Chaval a continuidade do mesmo quadro faciológico delineado na região de Granja. Com efeito, as associações mineralógicas encontradas, do tipo plagioclásio-hornblenda-diopsídio-almandina, na região de Ibuguaçu, e do tipo plagioclásio-biotita-almandina, na área ao norte de Itáúna, caracterizam a fácies granulito, e correspondem à assembleias minerais típicas descritas por Turner e Verhoogen (1960) e Winkler, (1967), para aquela fácies metamórfica.

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

##### 4.2.2.1 - Definição

Representações da Unidade "B" do pré-Cambriano, na área referida neste volume, restringem-se a pequenas exposições na zona limítrofe das folhas Chaval e Viçosa do Ceará, ao longo da escarpa da serra da Ibiapaba e compreende parte do Vale de Oiticica ou Lambedouro e a extremidade oeste da serra de São Joaquim. Excetuando-se a área de quartzitos, os afloramentos são bastante restritos em virtude do entulhamento dos vales por material coluvial, oriundo da Formação

Serra Grande e do desmonte acelerado, de rochas da própria Unidade "B". Litologicamente, esta unidade do pré-Cambriano está representada nesta área por migmatitos heterogêneos e secundariamente por quartzitos, adotando-se os mesmos conceitos definidos, na área a leste do meridiano 41°W, onde tais litologias estão melhor representadas.

#### 4.2.2.2 - Características Morfológicas

Na escarpa da Ibiapaba, na área de Viçosa do Ceará, as rochas do embasamento elevam-se a cotas da ordem de 650-700 metros em uma superfície aplainada, assoalho de deposição dos sedimentos da Formação Serra Grande. Na atual fase erosiva o recuo da escarpa se processa com a escavação de vales profundos nas áreas cristalinas de litologia mais branda, permanecendo as áreas de rochas mais resistentes como espigões elevados, normais a linha de escarpa, que se mantem como testemunhos da superfície de erosão pré-siluriana agora inhumada. O Vale do Lamedouro representa portanto as áreas rebaixadas entalhadas sobre migmatitos heterogêneos e a serra de São Joaquim, de natureza quartzítica, representa o elemento resistente, característico do modelo morfológico desenvolvido nesta área.

#### 4.2.2.3 - Características Petrográficas

As litologias representativas da Unidade "B", nas folhas Chaval e Viçosa do Ceará, já foram caracterizadas pe-

trograficamente em áreas onde estão melhor representadas, especialmente nas folhas de Granja, Bela Cruz e Sobral. Assim sendo, serão comentados aqui apenas aspectos descritivos locais das litologias representadas.

a - Migmatitos Heterogêneos - (pEBmi)

Na área de Oiticica e adjacências, o embasamento cristalino é constituído por migmatitos heterogêneos gradando para fácies embrechítica. As coberturas cenozóicas reduzem as possibilidades de observações a raros afloramentos. Em todos eles nota-se uma constância das características petrográficas das rochas, descritas como diadisitos e embrechitos fitados cujos máficos são representados por biotita e secundariamente, anfibólio. São gnaisses bandeados, grosseiros, mesocráticos orientados segundo NE-SW com intercalações frequentes de paleossoma a biotita e anfibólio.

No núcleo de uma anticlinal, ao sul de General Tibúrcio, os migmatitos referidos afloram por sob os quartzitos da Unidade "A" do pré-Cambriano em uma situação estrutural peculiar. A aparente concordância das duas litologias, deriva da superposição de uma enérgica clivagem de cisalhamento, que produz uma lineação conspícua, obliterando as lineações primárias das rochas. Petrograficamente corresponde a um biotita-muscovita gnaisse, de cor cinza escura, constituído de oligoclásio, feldspato potássico, biotita, muscovita, epidoto, zircão e sericita.

b - Quartzitos - (pEBqz)



Os quartzitos do flanco sul da serra de São Joaquim, na área a leste de Viçosa do Ceará, são bastante feldspáticos, por vezes com níveis de minerais calco-silicatados em correspondência petrográfica com os quartzitos da Serra Dom Simão e da Serra Goiana, e em nítido contraste com os quartzitos puros, que caracterizam a secção basal da Unidade "A" do pré-Cambriano, com os quais mantem contato tectônico ao longo da falha Itacolomy. A área de ocorrência desta litologia, a oeste do meridiano  $41^{\circ}W$ , é bastante restrita e sua individualização na Unidade "B" do pré-Cambriano é melhor evidenciada nas áreas a leste daquele meridiano.

#### 4.2.2.4 - Arranjo Estrutural

Do ponto de vista estrutural o pré-Cambriano na área General Tibúrcio-Oiticica é particularmente complicado. É elemento de destaque o anticlinal ao sul de General Tibúrcio moldado nos quartzitos da Unidade "A" e que expõe em seu núcleo os migmatitos da Unidade "B". Ambas litologias exibem uma relação de falsa concordância em virtude do desenvolvimento tardio de uma forte clivagem de cisalhamento, paralela ao eixo da dobra, que prevalece sobre as lineações primárias do conjunto. A prevalência dos "S" tectonitos nesta área associa-se ao desenvolvimento da falha inversa de Itacolomy de direção NE-SW, paralela aos eixos dos antigos dobramentos. A fase de tectônica rígida, da qual a falha de Itacolomy é um dos elementos de maior importância, é sem dúvida o aspecto tectônico-estrutural de maior relevância no embasamento pré-Cambriano da região noroeste do Ceará.

#### 4.2.2.5 - Grau Metamórfico

Nas folhas Chaval e Viçosa do Ceará, este aspecto importante das rochas metamórficas não foi abordado em virtude da limitada área de ocorrência da Unidade "B" e da pobreza de afloramentos. As conclusões alcançadas nas áreas típicas desta Unidade, julgamos válidas para as litologias aflorantes nesta região, as quais devem ser consideradas como um apêndice do conjunto.

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

##### 4.2.3.1 - Definição

A região serrana compreendida grosseiramente entre General Tibúrcio e o flanco noroeste da Serra de Ubatuba, acompanhando os contrafortes da Ibiapaba, corresponde à área de exposição na folha Chaval, de quartzitos e xistos agrupados neste relatório sob a denominação de Unidade "A" do pré-Cambriano. Williams, (1926), atribuiu a esta sequência dobrada de quartzitos e xistos espessuras de 1.000 metros, correlacionando-a a Série Ceará de Crandall. Estas litologias foram incluídas por Kegel, (op. cit.) na porção ocidental do "corpo orogênico do Coreaú" por ele definido. Oliveira e Silva, (op. cit.), separou os filitos e quartzitos em mapa na escala 1:25.000, considerando-os da Série Ceará, e caracterizou a tectônica plástica e rígida peculiar da área.

Da forma conceituada neste relatório, a Unidade

"A" do pré-Cambriano, inclui, quartzitos puros, basais, calcário metamórfico, filitos e xistos, todos enquadrados na fácies xisto verde de Turner e Verhoogen (op. cit.) e Winkler (op. cit.).

#### 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, com cotas alcançando 800 metros, em um modelado acidentado e estruturado em cuevas voltadas para nordeste, com mergulho geral para sudoeste. As serras Ubatuba e Petimbú são os exemplos de maior realce desta morfologia. Ocasionalmente, propiciada pelo recuo da escarpa festonada da serra da Ibiapaba, estas cuevas permitem a instalação de amplos anfiteatros de erosão, como exemplos de típicas inversões de relevo.

A sequência xistosa, nos bordos da Ibiapaba, apresenta relevo acidentado, com cristas paralelas e vales em "V" característicos de estágio erosivo jovem (foto 3). Estes xistos e filitos, condicionam nas escarpas, uma drenagem grosseiramente paralela, evoluindo nas áreas rebaixadas para modelo dendrítico denso. Nas áreas quartzíticas, a drenagem adapta-se as linhas de falhas ou fraturas e eventualmente à direção da foliação.

#### 4.2.3.3 - Características Petrográficas

Os metamorfitos da Unidade "A" do pré-Cambriano, na área de ocorrência da folha Chaval foram divididos em duas sequências individualizadas, com sentido lito-estratigráfico, esquema que prevalece nas demais áreas de ocorrência da Unidade, no âmbito do Projeto Jaibaras.

a - Quartzitos - (pEAqz)

A sequência 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 sequência são comuns quartzitos muscovíticos com a muscovita e sericita dispostas em leitos delgados, discretamente dobrados e cujas lamelas, exibem bordos esfarrapados. Esta sequência tem sua máxima representação nas serras de Ubatuba, Petimbú, das Flores e Timbaúba, onde está exposta de forma destacada.

b - Filitos e Xistos - (pEAfl)

A sequência superior da Unidade "A", na folha Chaval, caracteriza-se por uma clara individualização litológica, estrutural e estratigráfica. É constituída por uma sequência contínua de xistos de baixo grau metamórfico e filitos com intercalações eventuais de níveis quartzosos. Dispõe-se concordantemente sobre os quartzitos basais da Unidade "A"

e acompanha todos os dobramentos que afetaram a mesma. No Vale do Covão, (foto 4), ocupa claramente a calha de uma sinclinal, evidenciando seu posicionamento no topo da Unidade "A".

Petrograficamente, os xistos e filitos mostram variações, por vezes importantes, sendo os tipos mais comuns representados por filitos, clorita-sericita-xistos, sericita-talco-xistos e muscovita-xistos. Em nenhum local foi assinalada a presença de albita na sequência.

Nos afloramentos ao sul de Ibuguaçu, na área de ocorrência de manganês da fazenda Oitis, os filitos e xistos evidenciam um fino bandeamento resultante da alternância de leitos pelíticos e leitos psamíticos e seriam denominados com maior propriedade de quartzo-filito e quartzo-xisto, devido a abundância de elementos clásticos na rocha. Ao microscópio, os leitos pelíticos revelam-se constituídos por finas palhetas (0,5 mm) sub-orientadas de sericita e clorita, além de óxido de ferro e quartzo subordinado. Os leitos psamíticos mostram grãos de quartzo sub-arredondados (0,1 - 0,3 mm) com contornos irregulares e difusos. A sericita é menos frequente e associa-se a diminutos grãos de opacos. O conjunto constitui um agregado grano-lepidoblástico, onde finos cristais de quartzo são envolvidos por lamelas de sericita, alongadas segundo os planos de xistosidade, geralmente incipientes. São frequentes nesta sequência, na área da fazenda Oitis e da serra Timbaúba, intercalações de bancos quartzíticos com espessura máxima de 10 metros, além de lentes eventuais de material manganésífero (vide capítulo de Geologia Econômica). Os quartzitos são de granulação fina a média, silicificados e fraturados.

Os muscovita-xistos, aflorantes na estrada Ibuguaçu-fazenda Oitis são de cor cinza brilhante, apresentam xistosidade conspícua, e são constituídos essencialmente por muscovita, sericita e quartzo.

Na área da ocorrência cuprífera de Pedra Verde, discutida em detalhe no capítulo de Geologia Econômica, os filitos afloram na escarpa da Ibiapaba desde a base, coberta por material coluvial até o contato com o arenito da Formação Serra Grande, na cota de 600 metros (foto 3). São geralmente cinza escuros, de granulação muito fina a afanítica e exibem uma xistosidade conspícua, provavelmente relacionada à enérgica tectônica local (shearing schistosity). Um caráter peculiar destes "filitos", já observado por Collins & Loureiro, (1971), consiste na presença de fragmentos de quartzo, quartzito e calcário da ordem de 0,5 - 2,5 cm dispersos na matriz essencialmente constituída por sericita, clorita e quartzo. Esta observação sugere uma natureza imatura dos sedimentos originais correspondente talvez a uma grauvaca, pondo em dúvida a propriedade do nome filito para estas rochas, pelo menos na área de Pedra Verde.

#### 4.2.3.4 - Arranjo Estrutural

No arcabouço estrutural da Unidade "A", do pré-Cambriano, na área das folhas Chaval e Viçosa do Ceará, predominam os grandes dobramentos, truncados por falhamentos póstumos de extensão regional, mormente na região da serra Timbaúba e General Tibúrcio.

A sequência quartzítica basal ocupa cerca de 80% da área mapeada como Unidade "A", na folha Chaval, e assenta em discordância angular nítida sobre os migmatitos da Unidade "C" do pré-Cambriano, como ocorre na área de Petimbú; ou exibe contato tectônico com a mesma unidade, como ocorre ao longo da falha de Ibuguaçu. O contato com a Unidade "B" corresponde à falha inversa de Itacolomy, ao longo do flanco meridional da serra de São Joaquim. No anticlinal ao sul de General Tibúrcio os migmatitos da Unidade "B" afloram no núcleo da estrutura e exibem uma falsa concordância com os quartzitos basais da Unidade "A", resultante da superposição de uma forte clivagem de cisalhamento, paralela ao plano axial da dobra.

A tectônica plástica característica da Unidade "A" manifesta-se nesta área, em uma sequência de dobramentos com eixos orientados segundo 50° - 60° Az, infletindo-se para sudoeste e sul, passando a orientar-se segundo 20° - 30° Az já nos flancos da Ibiapaba. As diferenças das propriedades mecânicas dos quartzitos basais e dos filitos e xistos, que o sobrepõem, condicionaram um comportamento tectônico diverso das duas litologias. Os quartzitos exibem dobramentos normais em uma sequência de sinclinais e anticlinais assimétricas abertas com mergulhos moderados das abas e caimento do eixo para sudoeste, no caso da serra de Ubatuba, e para nordeste na área ao sul de General Tibúrcio e na serra Timbaúba. Ainda ao sul de General Tibúrcio, modifica-se fundamentalmente o caráter dos dobramentos, passando a dobras com flancos sub-verticais com conspícua clivagem de cisalhamento paralela aos planos axiais, evidenciando a natureza extremamente enérgica dos esforços de compressão e cisalhamento.

Os xistos e filitos, especialmente na área da serra Ubatuba e serra das Flores, exibem um comportamento tectônico diverso dos quartzitos subjacentes, porém condizente com as características de maior plasticidade e menor competência destas litologias. Na calha do sinclinal da Ubatuba e na anticlinal da serra das Flores, em litologias xistosas, os eixos dos dobramentos sofrem pronunciada rotação, resultando em dobras inversas com o plano axial mergulhando para sudeste. Em afloramentos são comuns dobramentos inversos, que se repetem, lembrando dobras de arrastos, que evoluem nas áreas com intercalações quartzíticas, para falhas inversas, (foto 5). Os esforços modeladores deste complicado estilo tectônico dos xistos e filitos, que se sobrepõe desarmônicamente aos dobramentos normais dos quartzitos subjacentes, atuaram sobre as camadas basais, mais competentes, resultando em uma sequência de falhas inversas, paralelas aos eixos dos dobramentos, com o bloco sul elevando-se sistematicamente em relação ao bloco norte, representando a falha do Covão, (foto 4), o exemplo mais expressivo.

Na região da serra Timbaúba e General Tibúrcio, observa-se uma tendência a afundamento do bloco, repetindo o tipo de estrutura prevalecente ao longo da zona de cisalhamento de Jaguarapí, mais para leste. O graben do grotão da Pedra Verde, instalado na sequência de filitos, e que abriga os sedimentos cambro-ordovicianos do grupo Jaibaras é a manifestação maior desta tendência nas folhas de Chaval e Viçosa do Ceará.

Uma estimativa das espessuras alcançadas pelo



conjunto litológico da Unidade "A", no âmbito da folha Chaval, só é válido para a sequência de quartzitos basais, uma vez que os xistos e filitos, em virtude da sua estruturação peculiar, com dobras de arrasto repetidas e por vezes superpostas, exibem espessuras diferentes daquelas originais, além da dificuldade natural em se definir, o topo da sequência. No flanco norte da serra de Petimbú os quartzitos assentam diretamente e em discordância sobre os migmatitos da Unidade "C" do pré-Cambriano e exibem em toda frente de cuesta, em paredões verticais, espessuras da ordem de 500 metros. Ainda nesta estrutura sinclinal, estimamos um pacote adicional de pelo menos 400 metros de espessura, até a base da sequência de filitos e xistos. Estimamos portanto espessuras máximas da ordem de 900-1.000 metros para a sequência quartzítica basal da Unidade "A".

#### 4.2.3.5 - Grau Metamórfico

A caracterização do grau de metamorfismo alcançada pela Unidade "A", no ambiente das folhas Chaval e Viçosa do Ceará, deve ser feita com base nas paragêneses minerais descritas na sequência pelítica, uma vez que, os quartzitos basais, pela sua pureza, podem ser considerados como rocha monomineralica, portanto sem significância para este tipo de estudo.

As características petrográficas das rochas pelíticas da Unidade "A" aliadas às associações mineralógicas descritas, do tipo clorita-sericita-quartzito e muscovita-clo-

rita-sericita-quartzo, enquadram esta sequência na fácies xistos-verdes de Turner & Verhoogen, (op.cit.), e Winkler, (op.cit.). A caracterização precisa da sub-fácies carece de maior precisão, porém a ausência sistemática de albita coloca estas rochas na parte superior da sub-fácies quartzo-albita-muscovita-clorita, gradando, desde filitos até muscovita-sericita-xistos.

### 4.3 - CAMBRO-ORDOVICIANO

#### 4.3.1 - Grupo Jaibaras

Representações de litologias do Grupo Jaibaras, a oeste do meridiano  $41^{\circ}W$ , restringem-se a uma pequena faixa na região limítrofe das folhas Chaval e Viçosa do Ceará, que em virtude da imprecisão cartográfica dos mosaicos utilizados como base planimétrica, aparece simultaneamente em ambas as folhas geológicas na escala de 1:100.000. No mapa integrado localiza-se na folha Viçosa do Ceará.

A Formação Aprazível é a única unidade lito-estratigráfica, do Grupo Jaibaras, aflorante, e seus conglomerados foram descritos por COLLINS & LOUREIRO, (op. cit.). Estes autores fazem referência a arenitos arcoseanos detectados em furos da sonda o que pode corresponder à representação em sub-superfície da Formação Pacujá.

#### 4.3.1.1 - Formação Aprazível - (60ja)

##### a - Definição, Área e Modo de Ocorrência

A Formação Aprazível corresponde a unidade estratigráfica mais jovem do Grupo Jaibaras e seus condicionamentos, tectônicos e litológicos, da forma definida em sua área típica, foram assinalados na área mapeada como tal, na região de General Tibúrcio-Pedra Verde. Sua área de ocorrência, nos flancos da serra da Ibiapaba, está limitada a um pequeno

graben associado aos falhamentos do sistema Pedra Verde. Ocorre na forma de bancos maciços não estratificados, parcialmente obliterados pelo colúvio da Formação Serra Grande, que a recobre em discordância angular na escarpa da Ibiapaba. Suas melhores exposições são encontradas nos flancos do Vale do Buira, parte terminal do amplo anfiteatro de erosão esculpido na região de General Tibúrcio. A formação Aprazível exhibe contato tectônico nítido com os filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano. O flanco sul do graben corresponde a zona mineralizada da ocorrência cuprífera de Pedra Verde, discutida no capítulo de Geologia Econômica.

#### b - Petrografia, Idade e Ambiente de Sedimentação

Do ponto de vista petrográfico a formação Aprazível, na região de Pedra Verde, é constituída por um conglomerado polimítico, grosseiro, não estratificado, com dominância de blocos angulosos das rochas do embasamento, especificamente, filitos, sericita xistos, talco-sericita-xistos, quartzitos, e raramente gnaisses e migmatitos, (foto 6). A matriz é extremamente dura, cinza escuro e avermelhada, mal classificada e imatura, distinguindo-se pequenos blocos de rochas e fragmentos de minerais dispersos em material argilo-arenoso. Estes conglomerados constituem ocorrência isolada e afastada das áreas típicas do Grupo Jaibaras, porém, seu condicionamento tectônico e a fácies petrográfica característica os definem como representação da Formação Aprazível, do Cambro-Ordoviciano, recoberta nesta área pelos sedimentos siluro-devonianos da Formação Serra Grande.

As características petrográficas da Formação Aprazível, nesta área, indicam tratar-se de sedimentos grosseiros, prováveis correntes de lama, acumulados ao pé de escarpas e constituídos maiormente de material oriundo do desmonte da mesma.

As extensas áreas da folha Chaval mapeadas por Oliveira e Silva, (op.cit.), como conglomerados do Grupo Jaibaras correspondem na realidade ao conglomerado laterítico descrito neste relatório como Formação Camocim, recobertos por sedimentos atribuídos ao Grupo Barreiras indiviso. Como já foi visto, esta unidade do cenozóico, na folha Chaval, aflora apenas nas escarpas dos tabuleiros e não tem expressão mapeável na escala adotada.

#### 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.). Esses calcários estão definidos neste relatório (Vol. II) como pertencentes à Formação Frecheirinha, do Grupo Bambuí, de idade eo-cambriana. Small inicialmente considerou a "Série Serra Grande" como do Cretáceo, tendo modificado posteriormente para Carbonífero. Esta classificação foi mantida por Plummer, (1948), e Campbell, (1949). Este último autor dividiu a Formação Serra Grande em duas partes: camadas Cabeças, na parte superior, e camadas Ipú, basais, 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 à relação estratigráfica original postulada por Plummer, e dividiu a Formação Pimenteiras nos membros Picos (superior) e Itaim (inferior). Blankennagel, (op. cit.), adotou o esquema geral estabelecido por Kegel, porém incluiu o Membro Itaim no topo da Formação Serra Grande.

Neste relatório denominamos de Formação Serra Grande todo o pacote de arenitos grosseiros e conglomeráticos, com ocasionais intercalações de argilitos e siltitos,

que afloram na escarpa da serra da Ibiapaba, formando bancos espessos que assentam direta e discordantemente sobre o substrato cristalino, constituído de xistos, quartzitos, migmatitos, granito e os meta-sedimentos dos Grupos Bambuí e Jaibaras. Foram incluídos na secção superior da Formação os arenitos de grã mais fina observados na secção Tianguá-Alto Alegre, correlacionáveis ao membro Itaim de Kegel. A essa variação faciológica não corresponde nenhuma diferenciação morfológica ou dos padrões fotogeológicos, razão por que o contato geológico foi mapeado a partir da linha onde começam a predominar os pelitos típicos da Formação Pimenteiras. Na região norte, a individualização das duas fácies é menos evidente, ocorrendo leitos de arenitos grosseiros e conglomeráticos desde a base até o contato superior com a Formação Pimenteiras.

#### 4.4.1.2 - Área de Ocorrência

A Formação Serra Grande emerge sob a cobertura de sedimentos inconsolidados do Grupo Barreiras na região do baixo Parnaíba e se estende em uma faixa contínua de direção E-W até Marruás, infletindo-se para S-SE até a região de Tianguá e extremo sul da folha Viçosa do Ceará.

De Cocal para SE a faixa de afloramento alarga-se extraordinariamente, atingindo cerca de 55 km no perfil Tianguá-Alto Alegre, ao longo da direção do mergulho das camadas. Na região norte, entre Barra do Longá e Lagoa do Prado, não ultrapassa 6 a 7 km. Essa redução da faixa de afloramentos

é acompanhada de uma sensível redução na espessura do pacote sedimentar e um abaixamento progressivo do relevo, na mesma direção, passando de 750 m de altitude na área de Viçosa do Ceará, para 35 a 40 m a sul da Lagoa do Prado.

#### 4.4.1.3 - Modo de Ocorrência

De modo geral os arenitos grosseiros e conglomeráticos da Formação Serra Grande apresentam-se em bancos espessos na escarpa da Serra da Ibiapaba, quase sempre diaclasados, formando paredões verticais de até 180 m de altura. Em muitos níveis é bem distinto o acamamento em estratos de 3 cm até 2 ou mais metros de espessura. A separação dos bancos é proporcionada por finos leitos argilosos ou siltosos, ou mesmo por arenitos finos mais friáveis. A estratificação cruzada do tipo tabular ou em cunha, em bancos que medem até 1,8 m de espessura, é muito comum (foto 7).

Paralelamente à redução da faixa de afloramento e de abaixamento do relevo, há um adelgaçamento da formação de sul para norte. Na região de Viçosa do Ceará a escarpa mede 223 m entre o contato com o embasamento e a parte mais elevada da chapada, (vide secções medidas das figuras 3 e 4). Na região do baixo Parnaíba, a espessura da parte basal até o contato com a Formação Pimenteiras, é de aproximadamente 120 m.

A Formação Serra Grande forma um típico relevo cuestiforme, com a escarpa voltada para leste e o reverso para oeste, em direção ao centro da bacia e concordante com



LOCALIZAÇÃO					FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
VIÇOSA- ESTRADA PARA GRANJA					VIÇOSA DO CEARÁ SA - 24 - Y - C - V	MARÇO / 1972	1 : 800	3
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA			
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-301	156		Arenito cinza claro, fino, caulínico, em camadas de 2-3 m de espessura, passando na parte inferior para arenito mui fino, siltico, caulínico, friável, intercalado com finos leitos de siltito argiloso.			
			142		Arenito avermelhado, fino a mui fino, caulínico, friável, acamamento incipiente, em camadas de 30-60 cm de espessura, intercalado na parte inferior com argila variegada, friável.			
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-303	118					
			110	PARTE COBERTA	Arenito cinza e creme claro, e tons avermelhados quando intemperizado, grã média a grosseira, maciço, por vezes com finos leitos conglomeráticos intercalados, de 1 a 2 cm de espessura, horizontalizados, ora com acamamento irregular.			
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-351			Arenito creme, grosseiro, maciço, consistente com ocasionais intercalações de finos leitos conglomeráticos, fechado, pouco caulínico, bastante fraturado segundo as direções 40° e 290° Az.			
					Arenito cinza esbranquiçado, mui grosseiro a conglomerático, limpo, bastante friável, grânulos de 1-3mm regularmente distribuídos em uma matriz arenosa, levemente caulínica.			
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-351	41		Arenito grosseiro a conglomerático, friável, maciço, os granulos e seixos, regularmente distribuídos, são subangulosos; localmente intercalam-se finos leitos de conglomerado, de 1 a 2 cm de espessura, com seixos subangulosos de quartzo, em matriz arenosa grosseira subordinada.			
			38	P. COBERTA				
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-351			Arenito cinza claro, grã média à grosseira, maciço, friável, ocasionalmente com finos leitos conglomeráticos, com grãos e grânulos de 2 a 5 mm, angulosos a subarredondos, matriz pouco caulínica.			
			0		Migmatito heterogêneo, cizalhado, intemperizado, com veios de sílica transversais à lineação.			
PRÉ-CAMBRIANO								

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

LOCALIZAÇÃO				FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
VIÇOSA - ESTRADA W/LAMBEDOURO				VIÇOSA DO CEARÁ SA-24-Y-C-V	MARÇO/1972	1:800	4
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
SILURIANO - SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-301	189.00		Arenito cinza claro, fino, caulínico, em camadas de 2-3m de espessura, passando na parte inferior para arenito mui fino, caulínico, friável, intercalado com finos leitos de siltito argiloso.		
			175.00		Arenito avermelhado, fino a mui fino, caulínico, friável, acamamento incipiente, em camadas de 30-60cm de espessura, intercalado na parte inferior com argila variegada, friável.		
SERRA GRANDE	SERRA GRANDE	WB-302	151.00		Arenito creme, grosseiro a conglomerático, maciço, ocasionalmente com acamamento incipiente, passando na parte superior para arenito vermelho, grã fina à média, finamente estratificado.		
			106.40	PARTE COBERTA			
SERRA GRANDE	SERRA GRANDE	WB-303	62.00	PARTE COBERTA			
			42.00		Arenito grosseiro, cinza e arroxeadado, maciço, friável.		
SERRA GRANDE	SERRA GRANDE	WB-304	40.00		Conglomerado, constituído de seixos subangulosos de quartzo, e raros de feldspatos caulinizados, dispersos homogeneamente em uma matriz arenosa, de grã média à grosseira, com acamamento incipiente, mui consistente.		
			28.20		Argilito variegado, caulínico, friável, com ocasionais grãculos e seixos de quartzo, subangulosos.		
SERRA GRANDE	SERRA GRANDE	WB-305	26.40		Arenito creme, grosseiro a conglomerático, maciço, friável, cimento caulínico.		
			0		Migmatito heterogêneo, intemperizado.		

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

o mergulho das camadas. A drenagem é pouco densa e predominantemente consequente, com exceção do rio Pirangí, que foi entalhado na mesma direção das camadas, acompanhando o abaixamento do relevo na direção do baixo Parnaíba. Em afloramentos, os arenitos e conglomerados mostram-se quase sempre diclasados.

#### 4.4.1.4 - Características Petrográficas

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

No perfil Tianguá-Alto Alegre há poucas exposições, com extensas áreas cobertas por areias de desagregação dos arenitos. A secção começa por arenitos grosseiros a conglomeráticos, creme-amarelados, maciços, em bancos de 8 a 10 m de espessura e cimento caulínico. Intercalam-se finos leitões lentiformes de grânulos e seixos subarredondados de quartzo e raramente de feldspatos quase totalmente caulinizados. Segue-se arenito fino, creme-amarelado e esbranquiçado, bem classificado, friável, micáceo, em camadas de 20 a 40 cm, às vezes sublaminado, localmente exibindo marcas de onda. A cobertura de areia não permitiu a observação da passagem da sequência basal grosseira para o arenito fino. Cerca de 90 m acima do nível de arenito fino, foram medidos 20 m de arenitos de tons esbranquiçados e localmente arroxeados, finos, bem classificados, friáveis, maciços, fracamente cimentados por caulim, passando verticalmente a arenitos vermelhos, de

grã média à grosseira ou cinza, com estratificação cruzada, e pequenos seixos intraformacionais de argila cinza. O arenito creme e cinza pode passar lateralmente a siltito creme, mui caulínico, arenoso e friável. O arenito fino continua até o contato com a Formação Pimenteiras, podendo ocasionalmente conter intercalações de arenitos conglomeráticos, com grânulos de até 0,5 cm, em uma matriz arenosa fina, caulínica, predominando os tons avermelhados. Na região de Alto Alegre o contato com a Formação Pimenteiras se faz através de falhamento. Do lado leste da falha, os arenitos finos da Formação Serra Grande, são duros, silicificados, e intensamente fraturados; e do lado oeste, no mesmo nível do terreno, afloram os folhelhos e siltitos da Formação Pimenteiras, duros, bem laminados, amarelados ou arroxeados, com mergulhos locais de  $15^{\circ}$ - $30^{\circ}$ / $210^{\circ}$ .

No perfil Viçosa do Ceará-Cocal, a sequência se inicia por arenitos grosseiros a conglomeráticos, caulinizados e a medida que se avizinha do contato com a Formação Pimenteiras passa a predominar o arenito fino, melhor selecionado, limpo, em camadas maciças de 20 cm a 2,0 m de espessura e com raras intercalações de argilito. Na região de Buri-tí dos Lopes o arenito é monótono, quase sempre grosseiro, podendo localmente conter intercalações de arenitos finos, sublaminados, micáceos e friáveis. As secções medidas das figuras 3 e 4, na região de Viçosa do Ceará, mostram com detalhes a sequência litológica típica desta formação.

#### 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 Kegel (op.cit.). O arenito Jaicós descrito e referido por Plummer ao Cretáceo, in Campbell, (op. cit.), 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, considerando-a 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 pertencentes 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"), atribuiu idade siluriana superior à devoniana inferior para estas camadas basais.

Muller 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 (1969), e Brito & Santos (1965). Pa

ra 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, pertence 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 da parte superior.

#### 4.4.1.6 - Ambiente de Sedimentação

A ausência de informação ecológica da microfauna encontrada na parte superior da Formação impede-nos de fazer maiores considerações acerca do ambiente em que se formaram esses depósitos. De acordo com o desenvolvimento paleográfico da Bacia, a porção basal da Formação marca o início da

ingressão marinha, inicialmente restrita às partes mais baixas do cristalino e que pouco a pouco vai se tornando 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, coberta por extensa lâmina d'água, que só atingiu profundidades maiores na fase final da Formação Serra Grande, com a sedimentação mais estável dos arenitos finos.

O conglomerado Ipú, descrito na área a leste do meridiano 41°W, 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 do período 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, num mar epicontinental com uma tênue comunicação com o oceano e sujeito repetidas vezes à maior influência continental.

#### 4.4.2 - Formação Pimenteiras - (Dp)

##### 4.4.2.1 - Definição

O termo Pimenteiras foi usado pela primeira vez

por Small, para identificar as camadas de folhelhos cinza-arroxeados, que afloram próximo à cidade de Pimenteiras, no Piauí, in Blankennagel, (op. cit.). Plummer, (op. cit.), estabeleceu a Formação Pimenteiras, empregando o termo estratigráfico de Small, ampliando-o e redefinindo-o. Estudou alguns perfis desses folhelhos na região de Picos, avaliou uma posse mínima de 100 metros e dividiu a formação em dois membros: um superior, predominantemente arenoso, que denominou de Picos, e um inferior, mais argiloso, que nomeou de Oitis. Campbell, (op. cit.), adotou a mesma subdivisão de Plummer, concordando ainda com a idéia da Formação Pimenteiras situar-se abaixo da Formação Serra Grande. Kegel, (op. cit.), baseado em perfis nas partes oriental e meridional da Bacia, colocou a Formação Serra Grande como unidade basal e imediatamente sobreposta pela Formação Pimenteiras. Coletou fósseis na localidade tipo do Membro Oitis, de Plummer, e constatou que essas camadas eram mais jovens que o Membro Picos e idênticas ao Membro Passagem, da Formação Cabeças, anteriormente definido. Por isso, o Membro Oitis, segundo Kegel, (op. cit.), devia ser eliminado. Kegel verificou ainda, que o Membro Picos era a secção mais argilosa. Manteve esta nomenclatura de Plummer para a secção superior, e denominou a sequência arenosa inferior de Membro Itaim. Aguiar, (op. cit.), e Blankennagel, (op. cit.), preferiram evitar esta subdivisão de Kegel e consideraram a secção arenosa basal do Membro Itaim, como parte da sequência superior da Formação Serra Grande.

Nos mapas geológicos anexos, a Formação Pimenteiras inclui apenas a secção mais argilosa, que aflora entre Burití dos Lopes e Estreito, às margens do Rio Longá, ficando



do a parte arenosa inferior, correspondente ao Membro Itaim de Kegel, englobada na Formação Serra Grande, no mesmo sentido de Aguiar e Blankennagel.

#### 4.4.2.2 - Área de Ocorrência

A Formação Pimenteiras aflora desde a margem ocidental do baixo Parnaíba, a oeste de Barra do Longá, emergindo sob a cobertura arenosa cenozóica, e forma uma faixa contínua de 9 a 10 km de largura, inicialmente com direção E-W, encurvando-se em Burití dos Lopes para direção S-SE, até o extremo sul da folha Piracuruca e uma pequena área do extremo SW da folha Viçosa do Ceará. No trecho Burití dos Lopes-Sta. Catarina, a formação apresenta-se em grande parte coberta por material de caráter predominantemente eluvial, prejudicando sobremaneira seu reconhecimento no campo e nas fotografias aéreas. Para leste, a formação limita-se com a Formação Serra Grande, e para oeste, com a linha de escarpa da Formação Cabeças.

#### 4.4.2.3 - Modo de Ocorrência

Próximo à linha de contato Pimenteiras/Serra Grande os mergulhos de um lado e do outro das áreas de ocorrência são concordantes. Na área norte de Burití dos Lopes o contato se faz bruscamente, passando dos arenitos grosseiros com leitos conglomeráticos da Formação Serra Grande para as camadas de siltitos interestratificados com arenitos finos

da secção basal da Formação Pimenteiras (vide secção medida, Fig. 5). A essas diferenças litológicas correspondem diferentes padrões fotogeológicos. Para sul, ao longo da estrada Burití dos Lopes-São Domingos, aflora o membro superior, mais argiloso, com predominância de folhelhos e siltitos (vide figura 6, foto 8). Esta secção possui relevo aplainado com colinas alongadas e circulares, com taludes suaves, contrastando com a secção basal mais arenosa, onde o relevo é mais acidentado e em fase de dissecação mais intensa. Na fotografia aérea é conspicuamente distinta a faixa de afloramentos da secção inferior arenosa, da secção superior, argilosa, que possui textura mais fechada e drenagem mais densa. Esta divisão só é caracterizada na área de Burití dos Lopes. Para sul, até a área de Sta. Catarina, a cobertura eluvial mascara completamente a faixa de afloramentos, tornando-se difícil inferir o contato das duas secções, quer no terreno, quer nas fotografias aéreas, onde não existe uma diferenciação convincente dos padrões morfológicos e texturais.

O contato com a Formação Serra Grande foi marcado seguindo-se uma linha de escarpa baixa, associada às características texturais das fotografias aéreas mais grosseiras, na área de ocorrência da Formação Serra Grande, e mais fechadas na área da Formação Pimenteiras. A drenagem é também carácter distintivo, bem desenvolvida, denunciando o carácter mais impermeável do solo, contrastando com a drenagem rarefeita da Formação Serra Grande.

Na área de Madeira Cortada-Sta. Catarina, a laterização é bem intensa e visível nas fotografias, formando uma

LOCALIZAÇÃO		FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
BARRA DO LONGÁ-BURITÍ DOS LOPES		BURITÍ DOS LOPES SA-24-Y-C-I	AGOSTO/1972	1:400	5
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA
DEVONIANO INFERIOR / DEVONIANO MÉDIO	PIMENTEIRAS	WB-120	58.5		Solo arenoso de cobertura.
			55.5		Capa laterica, arenosa.
			52.5		Siltito cinza esbranquiçado, arenoso, maciço, friável, intercalado com arenito fino, caulínico, síltico, finamente laminado.
			50.5		Siltito cinza claro, caulínico, maciço, micromiáceo, friável.
			47.5	PARTE COBERTA	
			41.0		Siltito cinza claro, ora arenoso, ora argiloso, finamente laminado, friável, micromiáceo, localmente com intercalações de arenito vermelho, fino, micáceo, ou argilito creme, maciço, friável.
			35.5		Arenito avermelhado, mui fino, bem classificado, micromiáceo, intercalado com siltito finamente estratificado.
			31.0		Arenito cinza claro, mui fino, micáceo, com nódulos de argila cinza escuro.
			29.0		Arenito creme, fino a médio, friável, maciço.
			25.0	PARTE COBERTA	
			23.0		Arenito castanho escuro, mui fino, síltico, finamente estratificado.
			21.0		
			18.0		Arenito creme, mui fino, bem classificado, intercalado com finos leitos de siltito creme, friável, argiloso.
			15.0	PARTE COBERTA	
			13.0		Arenito cinza e creme, mui fino, bem classificado, laminado, micáceo, com intercalações alternadas de siltito creme e arenoso, friável e ocasionalmente de argilito friável.
			4.5		Siltito cinza claro, argiloso, consistente, finamente estratificado, intercalado com argilito cinza, desagregado.
			3.0		Arenito creme, grã fina à média, textura homogênea, maciço e em bancos horizontalizados, com marcas de onda na superfície de acamamento.
			0		
				PROVÁVEL TÓPO DA FM SERRA GRANDE 15 - 20 m	
SILURIANO SUPERIOR / DEVONIANO INFERIOR	SERRA GRANDE	WB-220			

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

LOCALIZAÇÃO				FÔLHA	DATA	ESCALA	FIGURA
SÃO DOMINGOS-ESTREITO				BURITÍ DOS LOPES SA - 24 - Y - C - I	AGOSTO DE 1972	1: 200	6
IDADE	FORMAÇÃO	AFLORAMENTO	ESPESSURA (m)	LITOLOGIA	DESCRIÇÃO LITOLÓGICA		
DEVONIANO MÉDIO	CABEÇAS	JB-334		<p>Arenito creme, grã média, consistente, maciço, localmente exibindo estratificação cruzada, fraturado, irregularmente, com preenchimento de sílica secundária, resultando em testemunhos runíformes de erosão.</p> <p>Sill de diabásio cinza escuro, textura ofítica, grã fina à média, a augita e pigeonita, ocorrendo na superfície do terreno sob a forma de blocos esféricos, com esfoliação concêntrica, dispersos sôbre um solo argiloso escuro característico.</p> <p>Folhelho laminado, lateritizado, castanho escuro, com a estrutura original da rocha parcialmente preservada.</p> <p>Folhelho cinza esverdeado, maciço a finamente laminado, micromicáceo, mosqueado de material carbonoso.</p> <p>Arenito cinza claro, fino, síltico, finamente estratificado, micáceo, friável, passando a siltito na parte superior, com tubos de verme na superfície de acamamento, horizontalizado, acamamento de 1 a 5 cm de espessura.</p> <p>Siltito creme, finamente laminado, com intercalações varviformes de siltito argiloso, creme, friável, micromicáceo; ora com intercalações de finos leitos de arenito cinza claro e creme, mui fino a fino, bem classificado, laminado, horizontalizado, friável, cimento argiloso.</p> <p>Folhelho cinza escuro e arrozeado, finamente laminado, físsil, micromicáceo, com intercalações alternadas ora de siltito creme, laminado, varviforme, argiloso, friável, ora com arenito cinza claro, fino a gradando para siltito, estratificação fina, bem classificado, micáceo, com marcas de verme nos planos de acamamento.</p> <p>Folhelho cinza esverdeado, maciço a sublaminado, pouco físsil.</p> <p>Folhelho cinza escuro, laminado, físsil, untuoso nos planos de acamamento, passando lateralmente a maciço e sub-laminado, micromicáceo, bastante consistente.</p> <p>Folhelho cinza escuro a preto, laminado, micromicáceo, fraturado irregularmente, físsil, intercalado com finos leitos de arenito creme e avermelhado, pouco friável, finamente estratificado, as vêzes micromicáceo.</p>			
DEVONIANO INFERIOR / DEVONIANO MÉDIO				PIMENTEIRAS			

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

textura irregular, mosqueada, de tons claros nas áreas de dissecação mais recente, sem capa vegetal, e tons escuros onde a capa vegetal é preservada.

A espessura da formação varia em torno de 160 metros, espessando-se sensivelmente na direção sul da área do relatório. O mergulho das camadas situa-se em torno de 3 a 4 m/km, para oeste, devendo elevar-se um pouco mais na região de Burití dos Lopes, quando se inclina para S-SW.

#### 4.2.2.4 - Características Petrográficas

As melhores exposições da Formação Pimenteiras situam-se ao longo da estrada Burití dos Lopes-Estreito, às margens do rio Longá, permitindo a observação quase contínua de toda a secção, no sentido do mergulho das camadas. A partir do contato com a Formação Serra Grande, 1 a 2 km a norte de Burití dos Lopes, afloram siltitos cremes e cinzentos, ora argilosos, ora arenosos, consistentes, finamente estratificados, que se destacam em lajes de 1 a 5 cm de espessura. Inter-estratificados nesta sequência, ocorrem ocasionais leitões de folhelho cinza escuro e esverdeado, e de arenito fino, bem selecionado, de tons creme a cinza, micáceo, silto-argiloso, pouco friável e finamente acamado. A presença de matéria orgânica disseminada no arenito é evidenciada pelo cheiro de  $H_2S$  transmitido à água nos poços surgentes da cidade de Burití dos Lopes. Seguindo em direção ao contato superior, passa a predominar o folhelho cinza escuro, esverdeado ou arroxeadado, por vezes siltico, algo micáceo, com intercalações de arenitos fi

nos e siltitos, finamente laminados e friáveis. Esta secção é afetada na área de São Domingos pelas intrusões diabásicas, resultando num metamorfismo incipiente, com recozimento. A medida que se avizinha o contato com a Formação Cabeças, as intercalações de arenitos tornam-se mais frequentes.

No extremo sul da área de ocorrência, os folhelhos e siltitos apresentam-se laterizados. Nos cortes da estrada Alto Alegre-Piracuruca, observam-se perfis de 5 a 6 m de laterita, onde as argilas foram substituídas por óxido de ferro, formando nódulos limoníticos de 2-3 cm de diâmetro, mantendo-se, entretanto, o aspecto estratiforme original. Na área de Madeira Cortada-Santa Catarina, o relevo está bastante arrasado, com os nódulos de limonita espalhados sobre o terreno, dando um padrão fotogeológico muito particular e com escassa cobertura vegetal. Próximo ao contato com a Formação Cabeças, aflora o folhelho cinza escuro, em parte esverdeado, finamente estratificado, com intercalações de leitos silticos, creme e cinzentos, e intercalações de arenitos de forma mais restrita do que as assinaladas na área de São Domingos.

Na região centro-sul do Piauí, Kegel, (op. cit.), descreve várias formas de concreções limoníticas na secção superior da Formação Pimenteiras. Oólitos de limonita são também encontrados em perfis de poços perfurados pela PETROBRÁS, in Aguiar, (op.cit.), na parte central da Bacia, servindo como horizonte guia para correlação estratigráfica. Na área aqui enfocada, além da região de Sta. Catarina -Madeira Cortada, ocorrem pequenas áreas de terreno cobertas

por concreções limoníticas a norte de São Domingos, levando-nos a crer que se trata de um fenómeno secundário.

#### 4.2.2.5 - Idade e Paleontologia

Caster definiu a idade da Formação Pimenteiras como sendo do Devoniano Inferior, com base na fauna encontrada nos folhelhos da região de Picos, in Blankennagel (op.cit.), e composta de trilobitas dos gêneros Honolonorids e Dalmanitids, e braquiópodos do gênero Trepidoleptus, fósil guia do Devoniano Médio. Kegel, (op.cit.), encontrou restos de peixe (MACHAERACANTHUS) na base do Membro Picos, equivalentes aos encontrados no Devoniano Inferior da Europa e América do Norte e trilobitas dos gêneros Homalonatus e Asteropyge, do Devoniano Inferior.

Brito & Santos, (op.cit.), encontraram microfósseis do gênero Leiofusa, do Devoniano Inferior, correspondente à zona inferior, de Muller, correlacionado à parte inferior da Formação Curuá e Formação Ariramba, da Bacia Amazônica e algumas espécies comuns ao Devoniano da Bacia do Paraná e da Série Jatobá, de Pernambuco. No zoneamento de Muller, a Formação Pimenteiras compreende os intervalos R a P, do Devoniano Inferior a Médio, correlacionada à Formação Ponta Grossa do Paraná, in Aguiar, (op.cit.).

Neste relatório adotamos a idade Devoniano Inferior/Devoniano Médio para o pacote de folhelhos e siltitos da Formação Pimenteiras, excluída a secção arenosa correspondente

te ao membro Itaim de Kegel, que foi mapeada juntamente com os clásticos grosseiros como Formação Serra Grande.

#### 4.2.2.6 - Ambiente de Sedimentação

A fauna de braquiópodos, pelecípodos, trilobitas e peixes encontrada nos folhelhos da secção superior da Formação confirmam o ambiente francamente marinho para esses depósitos. A transgressão marinha iniciada no Siluriano atingia agora seu climax, com uma comunicação mais franca com o oceano, ao qual se ligava pelo eixo Ipú-Santana do Acaraú-litoral cearense, e se desenvolvia uma fauna bastante diversificada. O relevo nas margens da bacia, quase peneplanizado, só fornecia pequena quantidade de detritos. Talvez, modificações climáticas de curta duração alternassem as condições de transporte dos materiais carreados nas margens da bacia, resultando nos inúmeros ciclotemas observados nos perfis da base ao topo da formação. No fim do período Pimenteiras começa a tendência de epirogênese na bacia, aumentando a influência do continente, que se reflete na sedimentação, pela maior frequência de arenitos, no topo da formação.

#### 4.4.3 - Formação Cabeças - (Dc)

##### 4.4.3.1 - Definição

Foi Plummer, (op. cit.), que deu o nome de Cabeças aos arenitos, que ocorrem nas vizinhanças da vila do mes



mo nome, a norte de Picos, no Piauí, e dividiu a nova formação em três membros: Passagem, Oeiras e Ipiranga. Campbell (op.cit.), não considera a Formação Cabeças de Plummer como unidade autônoma. Equiparou os arenitos descritos por Plummer aos últimos 550 m de arenitos medidos na serra da Ibiapaba a oeste de Ipú, passando a chamá-los de "camadas Cabeças" da parte superior da Formação Serra Grande. Concordou, entretanto com a idade carbonífera atribuída por Plummer. Kegel, (op.cit.), descreveu perfis da sequência de arenitos que deram origem à subdivisão de Plummer, na região de Picos, tendo coletado na ocasião grande quantidade de fósseis no Membro Passagem, que ele descreve como sendo de arenito grosseiro, branco, contendo horizontes fossilíferos, e no Membro Ipiranga, de arenito de grã fina à média, com intercalações de siltito, Descreveu o Membro Oeiras, afossilífero, como arenitos grosseiros, em bancos espessos, formando escarpas abruptas com estratificação irregular e outras formas estruturais. Concluiu ainda que o Membro Oitis, definido por Plummer como a secção inferior da Formação Pimenteiras, se correlaciona com o Membro Passagem, sugerindo, que se abandonasse o uso do termo Oitis. Blankennagel, (op.cit.), num estudo mais amplo da Baía, verificou que a subdivisão de Plummer só é distinta na região de Picos, não sendo reconhecida noutras áreas da Baía, preferindo adotar o termo Cabeças num sentido genérico, para definir os arenitos que ocorrem entre os folhelhos e siltitos das Formações Pimenteiras e Longá.

Neste relatório, adotamos o termo Cabeças para definir os arenitos de grã fina à média, com ocasionais intercalações de siltito, apresentando-se comumente em bancos ma

ciços ou com estratificação irregular, intensamente fraturados, que formam localmente mesetas com escarpas abruptas e t<sup>o</sup>po plano, e mais frequentemente afloram como testemunhos isolados de erosão ruiforme.

#### 4.4.3.2 - Área de Ocorrência

A Formação Cabeças aflora desde a margem ocidental do Rio Longá e, do mesmo modo que as formações subjacentes, forma uma faixa contínua de afloramentos de contorno bastante irregular, com largura variando entre 7 e 10 km aproximadamente. Possui direção NW-SE na área do Longá, passando a N.NW-S.SE entre Volta da Jurema e o extremo sul da folha de Piracuruca. Limita-se a leste pelos folhelhos e siltos da Formação Pimenteiras, e a oeste, pela Formação Longá. Na margem ocidental do Longá, a formação sofreu no início do Terciário certo retrabalhamento, tendo-se depositado uma cobertura arenosa atribuída ao Grupo Barreiras, que capta as ocorrências de calcário da Formação Pirabas daquela área. Essa cobertura confunde-se com a capa eluvial dos arenitos da formação, de modo que não foi considerada no mapeamento.

Nos esboços geológicos de Kegel, (op. cit.), e Blankennagel, (op. cit.), verifica-se grande divergência quanto às áreas de ocorrência da Formação Cabeças. Kegel coloca o contato Cabeças/Longá na margem ocidental do Longá, a leste do meridiano de 42°W, enquanto Blankennagel desloca esse contato mais para oeste, ficando a Formação Longá res-

trita a uma pequena área entre os povoados de Mudança e Vermelha, na folha de Piracuruca. Não há realmente nenhuma correspondência distintiva no padrão fotogeológico entre aquela área inferida por Blankennagel como sendo Formação Longá, e as áreas circunvizinhas que êle atribui à Formação Cabeças. No perfil Caxingó-Tinguís de Cima, afloram os folhelhos cinza escuros típicos da Formação Longá, com intercalações de siltitos e de arenitos, concordando inteiramente com o esboço geológico traçado por Ferreira, (1967), o qual cobre praticamente toda a área do relatório.

#### 4.4.3.3 - Modo de Ocorrência

A Formação Cabeças encontra-se em avançado estágio de dissecação na área mapeada, restando só algumas mesas baixas e testemunhos de erosão com formas bizarras, muito características. Devido ao caráter mais friável, os arenitos encontram-se quase sempre desagregados, formando extensas áreas eluviais. Na escarpa do serrote do entroncamento da estrada de Cocal com a estrada Piracuruca-Parnaíba, afloram 50-60 metros de arenitos de grã média, em bancos maciços de 3-4 m de espessura, horizontalizados e intensamente diaclasadados. O contato com a Formação Pimenteiras é concordante, embora em nenhum perfil tenha sido observado diretamente. Na fotografia aérea marcou-se o contato com a Formação Pimenteiras, segundo uma linha de escarpa baixa voltada para leste, separando de um lado a textura fechada e tonalidade mais escura correspondente aos folhelhos e siltitos Pimenteiras, e de outro, a textura grosseira, com tonalidade mais clara, dos

arenitos Cabeças. Esta Formação mostra ainda intenso diaclasmamento retilíneo em uma malha fina, visível a NW de Volta da Jurema e SW de Piracuruca, e uma drenagem rarefeita, estilo retangular, condicionada às linhas de fraturamento predominantes (NW-SE e NE-SW).

Devido às poucas exposições e ao relevo quase aplainado foi impossível determinar a espessura por métodos diretos no terreno, sendo estimada entre 120 e 150 m para a área do Rio Longá, com base no mergulho regional (em torno de 1° para S.SW). Blankennagel, (op. cit.), avalia em 250 m, incluindo aí, naturalmente, toda a sequência de arenitos finos da base da Formação Longá.

#### 4.4.3.4 - Características Petrográficas

A Formação Cabeças consiste essencialmente de arenitos de grã fina à média, por vezes grosseira, com ocasionais intercalações de siltitos e mais raras de folhelhos. Os perfis estudados foram grandemente prejudicados devido aos arenitos se apresentarem quase sempre desagregados. O perfil Estreito-Caxingó, paralelamente ao Rio Longá, embora com observações fragmentadas, permitiu-nos uma análise litológica de quase toda a sequência. A secção inferior constitui-se de arenito fino, às vezes síltico, creme e cinza claro, ou avermelhado quando intemperizado, regular a bem selecionado, friável, com intercalações esporádicas de siltito creme, laminado. Na parte média, a grã do arenito passa à média e não raro grosseira, com acamamento geralmente irregular, ou em bancos maciços. Da parte média para o tópo, são mais frequen

tes as intercalações de siltitos cremes, laminados, friáveis ou consistentes, e raramente de folhelhos cinza escuros, finamente laminados, mostrando localmente sinais de recozimento nos contatos com os "sills" de diabásio. No contato inferior, na área de Cajazeiras, folha Viçosa do Ceará, e no contato superior, na área de Rosário, folha de Piracuruca, ocorrem várias intercalações de leitos de minerais escuros nos arenitos finos, associados quase sempre a marcas de onda, indicando nitidamente o caráter sub-litorâneo desses depósitos.

Ao longo da estrada Piracuruca-Batalha é comum encontrar-se concreções esféricas de óxido de ferro nos planos de acamamento ou distribuídos homogeneamente no arenito maciço. Geralmente esses "oólitos" ocorrem em áreas próximas às intrusões de rochas básicas.

Em todos os perfis estudados encontram-se "sills" de rochas básicas, próximo ao contato superior e associados aos contatos siltito/arenito. Geralmente, o arenito torna-se castanho ou vermelho escuro, às vezes com aspecto de jasperito.

#### 4.4.3.5 - Idade e Paleontologia

Não foram encontrados ainda restos fósseis na borda leste da Bacia. Nos perfis da região de Picos, Kegel (op. cit.), encontrou leitosossilíferos na seção inferior (Membro Passagem), compostos de branquiópodos, lamelibrânquios, gastrópodos e trilobitas, destacando-se o gênero

Asteropyge, encontrado também no arenito Ereré, da Bacia Amazônica e o gênero Spirifer, do Devoniano da Europa. Várias formas são comuns ao Membro Oitis, de Plummer, caracterizando assim a contemporaneidade desses estratos com o Membro Passagem, do mesmo autor. Na secção intermediária (Membro Oeiras, de Plummer) não foi encontrado nenhum resto fóssil. Na sequência superior (Membro Ipiranga) Kegel, (op. cit.), coletou vários fósseis nos testemunhos do furo de Carolina, Maranhão, típicos do Devoniano Inferior e Médio, destacando-se, o gênero Conularia, conhecido no Devoniano da América do Norte e parte superior do Devoniano Inferior da Bolívia, e o Tentaculites, do Devoniano Inferior do Rio Maecuru na Bacia Amazônica.

A Formação Cabeças contém pólenes da zona P de Muller, na idade devoniana média a superior, in Aguiar, (op. cit.), Brito & Santos, (op. cit.), encontraram microfósseis do gênero Pseudolunulidia do Devoniano Médio (?), abundante também na zona Q superior da Formação Curuá, do Devoniano Médio da Bacia Amazônica.

Adotamos neste relatório idade devoniana média a superior, com base nos dados paleontológicos acima mencionados.

#### 4.4.3.6 - Ambiente de Sedimentação

A Formação Cabeças documenta a primeira tendência de levantamento geral da Bacia, com movimentos epirogenéticos.

ticos diferenciais. A borda leste, sendo a mais levantada, fica mais sob influência continental, com uma ecologia desfavorável ao desenvolvimento da fauna marinha, manifestada pelo caráter afossilífero dos estratos, contrariamente às camadas fossilíferas da secção superior encontrada na região de Carolina, mais para o interior da Bacia. O caráter irregular dos estratos mostra condições instáveis de sedimentação, num ambiente provavelmente deltáico ou sublitorâneo, com marcas de onda na superfície de acamamento dos arenitos finos e intercalações de leitos com concentrações de minerais pesados na base e topo da sequência. As condições de águas rasas e agitadas perduraram por todo o período Cabeças, manifestando-se repetidamente condições mais regulares de sedimentação. No final do período, assinala-se nova tendência de abaixamento geral para toda Bacia.

#### 4.4.4 - Formação Longá - (D1)

##### 4.4.4.1 - Definição

Albuquerque & Decquech propuseram o nome de "folhelhos Longá" para designar os folhelhos escuros, que afloram no vale do Rio Longá, no caminho de Castelo a Campo Maior, no norte do Estado do Piauí, in Blankennagel, (op. cit.). Campbell, (op. cit.), usou o nome "formação Rio Longá" para identificar a sequência de folhelhos escuros com abundantes leitos de silito, existentes entre as formações Potí e Serra Grande, equiparando-a estratigraficamente às formações Itaueira e Tranqueiras, de Plummer. O mesmo autor preferiu o nome Longá

por ser mais antigo, e adotou os termos Itaueira e Tranqueiras como membros indiferenciados da Formação.

Kegel, (op. cit.), estudou os folhelhos da região do Rio Itaueira e da localidade chamada Guaritibas, a leste de Floriano, tendo constatado que as camadas Itaueira de Plummer eram bem diferentes e bem mais modernas que os folhelhos devonianos do Rio Longá, excluindo assim o termo Itaueira da Formação Rio Longá, de Campbell. Como restou só o termo Tranqueiras, que seria então sinônimo da Formação Longá, ele foi eliminado.

Consideramos como Formação Longá toda a sequência de folhelhos cinza escuros com intercalações geralmente milimétricas, varviformes, de siltitos cinza, e com camadas de 2 a 3 metros de arenitos e siltitos interestratificadas, e estratigraficamente posicionada entre os arenitos das Formações Cabeças e Potí Inferior.

#### 4.4.4.2 - Área de Ocorrência

A Formação Longá aflora desde Cajazeiras de Baixo, ocupando quase toda parte oeste da folha de Piracuruca e extremo sudoeste da folha de Burití dos Lopes. Limita-se a leste com os afloramentos de arenitos da Formação Cabeças e a oeste do Rio Longá, pelas escarpas de arenitos da Formação Potí, se estendendo para além do limite oeste da área do Projeto, onde os arenitos Potí, já se encontram totalmente dissecados. Em toda área mapeada são poucas as exposições dos



folhelhos cinza escuros típicos da formação, por serem mais suscetíveis aos processos erosivos que os arenitos e siltitos intercalados na sequência. São encontrados geralmente nas calhas dos pequenos riachos e em alguns cortes da estrada Caxingó-São Caetano e Volta de Jurema-Tinguís de Cima, (foto 9).

#### 4.4.4.3 - Modo de Ocorrência

Uma das características mais notáveis dos folhelhos Longá é o acamamento regular, varviforme, que os tornam facilmente destacáveis em lajes de 3 a 5 cm de espessura, largamente usadas no revestimento de pisos. Os folhelhos assumem um padrão fotogeológico bem distinto, com textura fina, tons cinza escuros, superfície sub-aplainada, vegetação baixa e rala, e uma drenagem retangular, conspicuamente condicionada às linhas de fraturamento NW-SE e N.NW-S.SE e bastante densa, denunciando o caráter impermeável dos folhelhos, com um coeficiente de infiltração muito reduzido em relação ao escoamento superficial. O contato com a Formação Cabeças foi marcado segundo uma linha de escarpa baixa, que recobre a textura grosseira correspondente aos arenitos dessa formação. Devido às perturbações causadas pelas intrusões de rochas básicas, formando extensos "sills" sub-aflorantes, notadamente nas áreas a sul de Caxingó e em quase todo lado oeste da folha Piracuruca, as formas de ocorrências dos folhelhos, siltitos e arenitos da formação são bastante irregulares, mostrando-se por vezes endurecidos por recozimento, com aspecto córneo e manchados de verde. É a formação que

apresenta maior contingente de intrusões de rochas básicas.

O cálculo de espessura por meio de medidas diretas é praticamente impossível. Em nenhum lugar foi observada uma sequência extensa e em relevo, de modo a permitir medida de secções. Com base no mergulho regional (inferior a 1º para SW), estima-se entre 100 e 120 m a espessura da formação na área de Cajazeiras, parecendo ser um valor aproximadamente constante para toda a área mapeada.

#### 4.4.4.4 - Características Petrográficas

A Formação Longá é constituída essencialmente por folhelhos marinhos, cinza escuros, com estratificação fina, e leitos de siltitos e arenitos intercalados, mais abundantes nas partes superior e basal da formação. Nos perfis estudados são muito poucas as exposições, quase sempre alteradas e com pequenas variações altimétricas, dificultando o empihlamento da sequência. No perfil Piracuruca-Barra do Piracuruca, passa-se dos arenitos finos da Formação Cabeças para o folhelho cinza escuro, finamente laminado, em parte micromicáceo, geralmente bandeado com folhelhos ou siltitos de tons cinzas mais claros, à semelhança de varvitos. Quando lisos, apresentam-se em finas lâminas milimétricas, ou em camadas de 2 a 3 cm, quando mais siltosos ou arenosos. Em toda a secção, intercalam-se camadas de 2 a 3 metros de arenitos finos, creme e avermelhados, quando intemperizados, bem classificados, laminados ou em camadas maciças de 4 a 5 cm de espessura e siltitos cremes e cinza escuros, argilosos, lamina

dos, pouco friáveis. Na parte basal ocorre um extenso "sill" de diabásio, que aflora entre São José e Barra do Piracuruca, formando corredeiras na confluência dos rios Piracuruca e Longá. Como em todas as outras ocorrências assinaladas nos mapas, esse "sill" está associado ao contato arenito/siltito.

Talvez o caráter mais arenoso da formação, ou o maior número de exposições de arenitos e siltitos que de folhelhos típicos, na faixa de afloramento mapeada, tenha conduzido Blankennagel a considerá-la toda ou em parte como pertencente à Formação Cabeças, estendendo-a para além do limite oeste da área do Projeto. Os perfis da Formação Longá nas regiões de Floriano e Natal, in Aguiar, (op. cit.), mostram nitidamente uma razão arenito/folhelho bastante grande, provavelmente na mesma proporção que nos perfis estudados na área do relatório.

#### 4.4.4.5 - Idade e Paleontologia

Nas bordas leste e nordeste da Bacia, a formação ainda não forneceu fósseis. Kegel, (op. cit.), encontrou na Fazenda Barreiras, região de Elesbão Veloso, uma camada bastante fossilífera, com muitos representantes de lamelibrânquios do gênero Janeia e do gênero Asteropyge encontrado em estratos que vão até a parte inferior do Devoniano Superior. Como as camadas suprajacentes da Formação Potí contém uma flora do Carbonífero Inferior, Kegel situa a Formação Longá no Devoniano Superior.

A Formação Longá contém pólenes da zona O, de Muller, de idade devoniana superior a mississippiana, in Aguiar, (op. cit.), equiparada à parte superior da Formação Curuá da Bacia Amazônica. Com bases nesses dados, consideramos a Formação Longá como sendo do Devoniano Superior.

#### 4.4.4.6 - Ambiente de Sedimentação

Os folhelhos da Formação Longá se caracterizam por formar intercalações varviformes de folhelhos e/ou siltitos, em estratos planos, característicos de condições de águas tranquilas e profundas, num ambiente francamente marinho e quimicamente redutor. Os ciclotemas parecem resultar de alterações climáticas nas margens da Bacia, devendo corresponder a variações sazonais de intervalos de tempo relativamente curtos, semelhantes ao que se verifica atualmente naquela região. O adelgaçamento das camadas Longá, nas bordas leste e nordeste da Bacia, combinadas à uma frequência maior das intercalações de camadas arenosas, indicam que durante a deposição da formação esta parte da Bacia continuava ainda mais levantada e próxima da margem, com maior influência continental.

#### 4.4.5 - Formação Potí - (Cp)

##### 4.4.5.1 - Definição

O termo Potí foi usado primeiramente por Lisboa

para designar as seqüências de arenitos e folhelhos, que afloram no vale do rio do mesmo nome, no Estado do Piauí, in Oliveira & Leonardos, (1943). G. Paiva usou o termo "série Potí" para identificar a seqüência de sedimentos continentais atravessados no intervalo 219-423 m do furo 125 do DNPM, perfurado nas proximidades de Teresina, in Campbell, (op. cit.). Nesse intervalo foi coletada uma flora de idade westfaliana e abaixo de 423 m foi encontrada uma fauna marinha associada com sedimentos continentais, incluída por Paiva, in Campbell, (op. cit.), nas camadas inferiores da "série Potí". Campbell, (op. cit.), chamou de Formação Potí aos siltitos, arenitos e folhelhos, que ocorrem estratigraficamente entre as Formações Pedra de Fogo e os folhelhos cinza escuros da Formação Longá, e subdividiu-a em duas camadas: Piauí (superior), representada por arenitos e siltitos com finos leitos de folhelho castanho-avermelhado e Campo Maior (inferior), com camadas alternadas de siltitos, arenitos e folhelhos, de cor cinza, e com uma predominância maior de siltitos do que na seqüência superior.

A Formação Potí, no sentido de Campbell, corresponderia à Formação Floriano, de Plummer, de idade permo-carbonífera, enquanto as camadas Campo Maior equivaleriam aos estratos da "série Potí" de Paiva.

Em face do interesse despertado pelas camadas hulhíferas encontradas no furo 125 de Teresina, diversas outras sondagens foram realizadas pelo DNPM, visando avaliar a extensão daquelas camadas. No presente, a CPRM em convênio com o DNPM vem desenvolvendo um programa de sondagem, no Pi-

auí e Maranhão, em mais uma tentativa de encontrar acumulações comerciais de carvão na Formação Potí.

Mapeamos como Formação Potí, a sequência de arenitos e siltitos que afloram na margem ocidental do rio Longá. Essas camadas correspondem só aos primeiros 30 m da secção basal da Formação.

#### 4.4.5.2 - Área de Ocorrência

A Formação Potí tem pequena representação na área do Projeto, ficando restrita à margem ocidental do Rio Longá, nos extremos SW da folha Burití dos Lopes e NW da folha Piracuruca, e umas pequenas incursões no extremo SW, ainda da folha Piracuruca. Segundo Blankennagel, (op. cit.), a Formação Potí não ocorre na área objeto deste relatório. A pequena penetração da faixa de afloramento da Formação Longá, que este autor indica na região de Mudança, coincide em parte com as chapadas de arenitos, que foram mapeadas como Formação Potí. De acordo com o mergulho regional, para oeste, a secção aflorante na região de Mudança corresponderia à parte basal da Formação Longá, descrita por aquele autor como folhelhos com intercalações de siltitos e arenitos finos, rochas brandas, que não assumiriam uma configuração morfológica custiforme, principalmente numa área de interflúvio dos rios Longá e Parnaíba.

#### 4.4.5.3 - Modo de Ocorrência

Os primeiros 30 metros de sequência basal da Formação Potí, que afloram no vale do Longá, formam uma extensa chapada, limitada a leste por uma escarpa de contorno irregular, que deve representar a ocorrência mais oriental da Formação Potí. As características fotogeológicas são semelhantes às das formações arenosas subjacentes, com drenagem rarefeita e vales abertos, denunciando a capacidade de infiltração rápida das águas meteóricas, com um pequeno percentual de escoamento superficial. A drenagem é mais aberta, estilo dentrítica, sem o condicionamento às linhas de fraturamento, e menos densa que as assinaladas nas áreas de ocorrências das Formações Cabeças e Serra Grande.

O mergulho regional, da ordem de 3 a 4 m/km para SW, é menos acentuado que nas camadas subjacentes, e próprio de camadas mais modernas depositadas em bacias intra-continentais.

#### 4.4.5.4 - Características Petrográficas

Restringimo-nos à descrição dos primeiros 30 metros da secção basal da sequência, que aflora na escarpa da chapada, na margem ocidental do Rio Longá, na estrada Tinguis de Cima-Esperantina. Trata-se de uma sequência monótona de arenito cinza, róseo ou esbranquiçado, síltico, friável, maciço ou acamado em leitos de 10 a 15 cm de espessura, com estratificação cruzada tipo tabular. Intercalam-se leitos de

siltito creme-amarelado, por vezes bandeado de castanho escuro ou cinza esbranquiçado, arenoso, podendo conter intercalações milimétricas de minerais escuros associados aos leitos de arenitos de grã média, indicativos de condições subli torâneas de deposição.

#### 4.4.5.5 - Idade e Paleontologia

Nos restos fósseis coletados no furo 125 de Teresina, no intervalo 219-423 m, correspondente à "série Potí" de Paiva, foi identificada por Duarte uma flora de Sphenopteridae, de idade westfaliana, in Kegel, (1954). Dolianiti descreveu a flora da parte superior da formação, in Kegel, (1954) atribuindo-lhe idade dinantiana. Kegel estudou a fauna encontrada nesses mesmos testemunhos, tendo verificado que 5 a 10 m acima do topo da Formação Longá, naquela região central do Piauí, desenvolve-se uma camada bastante fossilífera, que serviu de camada-chave para correlação dos perfis dos respectivos furos. A fauna por ele descrita incluía várias espécies do gênero Edmondia, conhecido no Devoniano Superior e Carbonífero Inferior da Inglaterra e da América do Norte.

Muller, baseado em dados palinológicos, atribuiu idade mississipiana para toda formação, situando-a na biozona "N", encontrada também no trânsito Formação Maecuru/Formação Monte Alegre, da Bacia Amazônica, in Aguiar, (op. cit.). Com base nesses estudos, admitimos neste trabalho a Formação Potí como pertencente ao Carbonífero Inferior.



#### 4.4.5.6 - Ambiente de Sedimentação

No desenvolvimento paleogeográfico da Bacia, o mar siluro-devoniano experimenta no Carbonífero Inferior a primeira fase regressiva, sujeita a movimentos epirogenéticos uniformes e generalizados, refletidos também na Bacia Amazônica e documentados pelas areias regressivas do Membro Faro da Formação Curuá, do Carbonífero Inferior.

As areias regressivas da secção inferior da Formação Potí, foram depositadas em mar raso, em condições sublitorâneas de um mar epicontinental com fraca ligação com o oceano, e uma fauna pobremente diversificada. Com a regressão do mar siluro-devoniano no final da parte inferior da Formação Potí, devem ter-se formado extensas lagoas, numa superfície praticamente aplainada, bordejadas por uma flora provavelmente pouco desenvolvida. Esta fornecia o material carbonoso das camadas hulhíferas da Potí superior.

Repetidas vezes, este fornecimento de matéria carbonosa foi interrompido por mudanças climáticas desfavoráveis, que inibiam o desenvolvimento de uma flora exuberante. Conseqüentemente, na sequência superior da Formação, há uma predominância de camadas argilosas e arenosas sem material orgânico.

#### 4.5 - INTRUSIVAS BÁSICAS MESOZÓICAS - (Jdb)

##### 4.5.1 - Definição

As primeiras notícias sobre ocorrências de rochas básicas na Bacia do Meio Norte foram dadas por Lisboa, quando descreveu os derrames basálticos de Grajaú, no Maranhão, tendo correlacionado-os aos derrames de São Pedro, in Mesner & Wooldridge, (1964). Campbell, (op.cit.), deu o nome de Formação Enxu, de idade jura-cretácica, às camadas de arenitos e lençóis de diabásio, que ocorrem entre a Formação Codó (Cretáceo) e os folhelhos sílticos da Formação Motuca (Jura-cretáceo). Subdividiu a nova formação em camada superior de arenito, "camadas Grajaú"; "membro diabásico", na parte média; e "camadas Sambaíba", na parte inferior. Mesner & Wooldridge, (op. cit.), correlacionaram os derrames de Grajaú aos derrames da Serra Geral, da Bacia do Paraná, observando que em ambas as Bacias os derrames recobrem arenitos eólicos do Triássico Superior, e se sotopõem à camadas cretácicas.

Além dos derrames, o vulcanismo na Bacia do Meio Norte manifesta-se sob as formas de diques, "sills" e soleiras. Observa-se em toda a Bacia uma pronunciada concordância dos diques e as linhas predominantes dos fraturamentos, de direção N.NW e E.SE. Isto indica que os fraturamentos, resultantes dos esforços de distensão, serviram de canais ascendentes aos magmas básicos toleíticos do vulcanismo trapeano posterior.

As perfurações exploratórias do CNP e PETROBRÁS

revelaram a existência de um grande número de diques, "sills" e soleiras em subsuperfície, sendo mais concentrados na região central da Bacia, onde os sedimentos estiveram subordinados a uma subsidência mais pronunciada e com uma densidade de fraturamento maior que nas bordas. Na borda leste, mais levantada durante a fase magmática, não se observam derrames e são menores as concentrações de diques e sills na superfície. As soleiras, por outro lado, apresentam um adelgaçamento nesta direção, Rezende, (1964), cujas isópacas têm a mesma configuração dos contornos do topo do embasamento e das isópacas da sequência paleozóica, Aguiar, (op. cit.).

Nas ocorrências assinaladas nas folhas de Burití dos Lopes e Piracuruca, os "sills" são preferencialmente intertrapeados nas zonas de contato Longá/Cabeças e Cabeças/Pimenteiras, associados aos contatos arenito/siltito, e apresentam uma afinidade invariavelmente toleítica.

#### 4.5.2 - Área de Ocorrência

As ocorrências de diabásio são restritas às folhas de Burití dos Lopes e Piracuruca, sendo mais extensas e mais frequentes na região do rio Longá, nas áreas de São Domingos, Caxingó, Granjo, Há Mais Tempo, Jenipapeiro e Barra do Piracuruca. Aflora também no leito do rio, formando as corredeiras de Barra do Piracuruca e Tinguís de Cima. Aparentemente, tratam-se de ocorrências isoladas, mas tudo leva a crer que sejam uma mesma soleira aflorante nas áreas baixas, onde a capa foi removida pela erosão. Outras ocorrências

menores, associadas aos contatos Longá/Cabeças e Cabeças/Pimenteiras, foram observadas ainda em Tamboril, Caraúbas e Mucambo.

Na faixa de afloramento da formação Serra Grande os "sills" são em menor número e pouco extensos. Nas duas ocorrências assinaladas a N e NE de Burití dos Lopes não foram observadas as rochas encaixantes da capa. Em Franca, a leste de Cocal, um "sill" aflora no corte da estrada para Algodões e no leito do rio Jacareí, trapeado por siltito creme, ligeiramente recozido na superfície de contato com a intrusiva. Devido às dimensões reduzidas desta última ocorrência, não foi a mesma representada no mapa.

#### 4.5.3 - Modo de Ocorrência

Embora sejam comuns em outras áreas da Bacia os diques discordantes, penetrando a sequência paleozóica, esta forma de ocorrência foi observada apenas raramente na área do Projeto. Nas fotografias aéreas configuram-se como alinhamentos retilíneos, ressaltados pela vegetação tipo galeria.

As intrusões apresentam-se em forma de "sills," de formas e dimensões variadas intertrapeadas nos contatos arenito/siltito, em zonas próximas dos contatos Longá/Cabeças e Cabeças/Pimenteiras. Nos afloramentos, os diabásios mostram-se profundamente alterados em um solo argiloso castanho escuro e preto, com grande quantidade de blocos espalhados sobre o terreno, com diâmetros entre 20 e 30 cm, geralmente esferoi

dais ou ovalados, resultantes da esfoliação em capas concêntricas de alteração, (fotos 10 e 11). Nas fotografias aéreas as ocorrências são bem distintas, com textura fina, tons escuros, sem capa vegetal, formando áreas planas e baixas.

Nas rochas encaixantes, os corpos de diabásio produziram um metamorfismo incipiente. Por vezes os arenitos e siltitos perdem o aspecto estratiforme, tornando-se maciços, duros, cor acastanhada, e fracamente silicificados. Os folhelhos mostram-se bastante duros, com textura córnea e manchados de verde.

#### 4.5.4 - Características Petrográficas

Três tipos petrográficos foram identificados entre os "sills", independentes da natureza das encaixantes, caracterizando fases de diferenciações mais retardadas. No extremo sudoeste da folha Piracuruca, encaixados entre siltitos e arenitos da Formação Longá, ocorre o quartzo-diabásio com pigeonita; no vale do Longá, no povoado de Há Mais Tempo, provavelmente ligado à mesma soleira da ocorrência anterior, ocorre diorito normal; e na área de Franca, o diabásio é normal, com pigeonita e augita. Em Tinguís de Cima, no corte da estrada Esperantina-Volta da Jurema, o diabásio apresenta textura gabróide, com cristais de plagioclásio medindo até 0,9 mm, maclados, e cristais de piroxênio equigranulares, mui alterados. Dentro do corpo de diabásio observam-se enclaves de arenito fino, com a estrutura estratiforme original, ligeiramente silicificado, e cor castanho escura. Aparentemen-

te, as ocorrências de Há Mais Tempo, Tinguís de Cima e da estrada Piracuruca-Batalha, formam uma única soleira, devendo cada tipo petrográfico representar diferenciações laterais, provavelmente gradacionais.

O quartzo-diabásio da estrada Piracuruca-Batalha, se apresenta cinza escuro a preto, holocristalino, grã média, textura diabásica típica, com os plagioclásios alongados (1-2 mm) distribuídos erráticamente e com os interstícios preenchidos por piroxênio. Ao microscópio, o plagioclásio foi identificado como labradorita, e o piroxênio, como pigeonita. A labradorita ocorre em ripas, por vezes sericitizadas, e preenchendo seus interstícios, a pigeonita em cristais incolores, geralmente xenomórficos, geminados e levemente alterados para biotita, que por sua vez, se altera para clorita. Cristais irregulares de opacos encontram-se associados à biotita secundária, enquanto o quartzo em quantidade subordinada, preenche os interstícios da rocha.

O diabásio de Franca, trapeado na Formação Serra Grande, apresenta-se com grã média, holocristalina, textura diabásica típica, cinza escuro e preto, destacando-se alguns cristais mais desenvolvidos de plagioclásio (0.4 a 0.9 mm). Os minerais essenciais são a labradorita, em pequenas ripas geminadas, e argilizada; pigeonita em cristais geralmente irregulares, alterados para argila ou para biotita com opacos associados; e augita, em quantidade subordinada. Como acessórios, ocorrem opacos em cristais sub-automórficos a xenomórficos e apatita em cristais alongados.

O diorito de Há Mais Tempo possui uma grã mais fina, com textura hipidiomórfica granular, cor cinza escuro a preto, sendo o plagioclásio mais sódico (andesina) que nas ocorrências anteriores, apresentando-se em cristais ripiformes, zonados, levemente argilizados, por vezes mostrando intercrescimento com quartzo primário. Preenchendo os interstícios dos plagioclásios, ocorrem pigeonita e secundariamente, augita parcialmente alterada para biotita, que às vezes forma agregados lamelares individualizados e associados a grânulos de minerais opacos. Como acessórios, têm-se opacos pretos em cristais sub-automórficos a xenomórficos e cristais aciculares de apatita.

#### 4.5.5 - Idade e Correlação

As intrusões e derrames de rochas básicas da Bacia do Meio Norte estão relacionados ao vulcanismo trapeano do final do Jurássico, cujos diques, derrames, "sills" e soleiras ascenderam ao longo de um fraturamento pré-existente, resultante dos esforços de distensão da primeira fase da chamada "reativação Wealdeniana" da plataforma brasileira, Almeida, (1969). As datações radiométricas procedidas em amostras de diabásio do Brasil, África e Austrália, Gomes, (1968), estão de acordo com o posicionamento do diabásio na coluna cronestratigráfica da Bacia. A idade absoluta foi calculada entre 120 a 200 milhões de anos, colocando os derrames no intervalo Triássico-Cretáceo Inferior. Com efeito, os diques cortam toda a sequência paleozóica da Bacia, até a Formação Sambaíba, do Jurássico, enquanto os derrames interdigitam-

se com os arenitos continentais da Formação Corda, do Jurássico Superior, e são recobertos pelos calcários e folhelhos marinhos da Formação Codó, do Cretáceo Inferior, Mesner e Wooldridge, (op. cit.).

Na coluna estratigráfica esquematizada na fig. 2 os diabásios foram colocados no Jurássico, com base nos dados acima mencionados.

O desenvolvimento paleo-tectônico da Bacia do Meio Norte é notavelmente semelhante ao da Bacia do Paraná. Após ter sido depositada a Formação Botucatu, continental-desértica, ocorreu o mesmo estilo tectônico de fissuramento da Bacia do Meio Norte, com desenvolvimento de falhas e fraturas de tensão nas regiões de arqueamento, as quais serviram de conduto aos magmas toleíticos para formar os diques e derrames, que se estendem por toda região centro-oeste e sul do Brasil, desde parte do Mato Grosso e Goiás até o Rio Grande do Sul e pelo Uruguai, Argentina e Paraguai, Bigarella et alii, (1967). A idade absoluta desses derrames oscila entre 117 e 147 milhões de anos, correspondendo ao período Jurássico-Cretáceo Inferior, mesmo posicionamento cronoestratigráfico dos derrames da Bacia do Meio Norte. Por outro lado, observa-se a ausência total de olivina nas ocorrências das folhas Burití dos Lopes e Piracuruca, caracterizando assim o mesmo caráter toleítico dos dioritos, quartzo-dioritos e diabásios da Bacia do Paraná.



## 4.6 - COBERTURAS CENOZÓICAS

### 4.6.1 - Formação Pirabas - (Tp)

#### 4.6.1.1 - Definição

Os calcários fossilíferos que afloram na zona litorânea entre Bragança e Salinas, na foz do rio Pirabas, Estado do Pará, foram descobertos pelo naturalista Ferreira Penna, que coletou grande quantidade de fósseis. Posteriormente, esses fósseis foram estudados e descritos por C.A. White, considerando-os como pertencentes ao cretáceo, in Maury (1924), que denominou aqueles calcários de Formação Pirabas, e correlacionou os gastrópodes e pelecípodes com as faunas do Mioceno Inferior da América Central, Antilhas e América do Norte.

Outras ocorrências do calcário Pirabas foram posteriormente identificadas noutras localidades, desde o rio Marapanamim até o rio Japerica, no litoral paraense, e no interior, na estação de Tauarí e na Estação Experimental Agronômica do km 15 da E.F. de Bragança. No Maranhão, Arroja do Lisboa, in Ferreira, C.S. (1960), descreveu em 1914 uma ocorrência de calcário no pequeno porto de Carutapera, correlacionando-o, com reservas, ao calcário Pirabas das localidades tipo do litoral paraense. Ferreira, (op. cit.), estudando essa ocorrência, distinguiu uma camada inferior de calcário dolomítico, e uma superior, com menos de 1 m de espessura, de calcário mais grosseiro, sem o horizonte fossilífero descrito por Lisboa. Devido ao caráter afossilífero, e o ele

vado teor de MgO (15.53%) dessas camadas, Ferreira preferiu admiti-las com reservas como uma unidade litoestratigráfica independente, de idade pós-miocênica.

Durante muito tempo, os calcários do baixo Parnaíba foram correlacionados litologicamente aos calcários da Formação Pirabas do litoral paraense. Ferreira, (1964), confirmou essa correlação com base em análises paleontológicas, comparando a fauna do horizonte bioclástico com a fauna da região de Capanema e da Estação Agronômica, no Estado do Pará. Observou ainda certa diferença na fauna do calcário dolomítico de Várzea, o que corresponderia a um biotipo de borda de bacia, de zona intertidal ou de mangues.

Na área do Projeto Jaibaras, a Formação Pirabas é caracterizada por calcários marinhos altamente fossilíferos, com maior ou menor teor de argila. Foram depositados em camadas horizontalizadas de 4 a 6 m de espessura, sob uma cobertura arenosa inconsolidada, repousando ora diretamente sobre o embasamento cristalino, ora sobre sedimentos paleozóicos da margem ocidental dos rios Parnaíba e Longá.

#### 4.6.1.2 - Área de Ocorrência

Na área do Projeto as ocorrências de calcário da Formação Pirabas estão limitadas à faixa costeira a oeste do maciço granitóide de Chaval. A ocorrência mais oriental conhecida é aquela da encosta dos tabuleiros cenozóicos, na margem do rio São Miguel, com fácies típica de borda de ba

cia. Na Vila de Angico, a 8 km norte de Várzea, Ferreira, (op. cit.), coletou amostras de calcário fossilífero em uma cacimba, atualmente soterrada. Além das ocorrências de Lama Preta, Monte Alegre e Cajueiro, na margem oriental do rio Parnaíba, foram agora assinaladas as ocorrências de Estreito, no vale do Longá, e da margem da lagoa do Saco, no Maranhão. Outra nova ocorrência foi assinalada em Olho d'Água, entre os rios Longá e Parnaíba; cerca de 3 km a sul de Corôa de São Remijo.

Na ocorrência de Saco a sequência inferior mais argilosa aflora na encosta do tabuleiro cenozóico, e em posição mais elevada ocorre o calcário mais puro. Este modo de ocorrência sugere que a camada de calcário se estende mais para oeste, sob a cobertura arenosa, preenchendo possíveis depressões da superfície de erosão dos sedimentos paleozóicos.

No bordo sul da faixa costeira não há notícias de ocorrências do calcário Pirabas. A bacia era provavelmente restrita às cotas mais baixas da superfície do cristalino, devendo representar, a área de ocorrência, a região marginal da mesma, cuja maior parte provavelmente se estende pela plataforma atual.

Na praia de Atalaia, Município de Luiz Correia, os poços LLC-01-PI e LLC-02-PI, perfurados pela CPRM, foram encerrados ao atingirem o topo da camada de calcário a 23 m (-13) e 21 m (-11), respectivamente.

Em nenhuma das ocorrências, acima mencionadas, observa-se qualquer contraste pedológico no terreno, que possibilite o rastreamento da camada de calcário para além das áreas de ocorrências conhecidas, nem tampouco, mudanças no padrão fotogeológico da cobertura arenosa, ou algum aspecto peculiar de formas topográficas.

#### 4.6.1.3 - Modo de Ocorrência

A Formação Pirabas jaz concordantemente sob a cobertura arenosa do Grupo Barreiras, com espessura variando entre 4 e 6 metros. Provavelmente, a camada de calcário se espessa na direção da plataforma continental. Em alguns lugares interpõe-se uma capa laterítica entre a cobertura arenosa e o manto intemperizado do calcário subjacente.

Há duas únicas exposições de calcário. Uma, na encosta do tabuleiro cenozóico da margem do rio São Miguel, na estrada de Parnaíba a Chaval, e a outra, na margem da Lagoa do Saco, também na encosta do tabuleiro cenozóico.

Logo abaixo da camada de calcário do rio São Miguel, aflora o migmatito granitóide no leito do rio. Nas demais ocorrências não se pode observar a relação do contato inferior. Porém, os afloramentos de migmatito heterogêneo da área de Cadoz situam-se topograficamente abaixo das ocorrências de calcário de Lama Preta e Monte Alegre. Embora essas observações sejam fragmentárias e distantes uma da outra, pode-se supor que na faixa costeira entre o Parnaíba e o maci

ço de Chaval, o calcário assenta diretamente sobre o embasamento pré-Cambriano. Tomando-se por base as cotas do topo do calcário na praia de Atalaia (-13m) e em Angicos (+8m), a camada apresenta mergulho de 1,1m/km em direção ao mar, e em forma aproximadamente tabular. Para oeste dos rios Longá e Parnaíba, as ocorrências são isoladas uma das outras, preenchendo as depressões da superfície dos sedimentos paleozóicos.

#### 4.6.1.4 - Características Petrográficas

Na ocorrência de Várzea, na margem da estrada Parnaíba-Chaval, ocorre folhelho cinza esverdeado e amarelo escuro, calcífero, com estratificação pouco desenvolvida, friável e pouco físsil. Acima, segue-se uma capa de 1 m de laterita castanha escura e a cobertura arenosa, com 3 a 4 m de espessura. Mais ao sul, na localidade conhecida por Vista Alegre, em posição estratigráfica mais elevada que o folhelho acima descrito, ocorrem blocos isolados na superfície do terreno, de calcário creme-amarelado, maciço, consistente, criptocristalino, dolomítico, algo argiloso, em parte levemente silicificado, afossilífero, com raros grãos de quartzo hialino sub-angulosos, e apresentando nas fraturas, dendritos secundários de óxidos de Mn. Mui provavelmente, o calcário das margens do rio São Miguel descrito por Ferreira, (op.cit.) situa-se estratigraficamente entre o folhelho e o calcário de Vista Alegre, com o mesmo caráter dolomítico. Pela presença de material terrígeno e a fauna característica de zona litorânea, conclue-se que esse depósito corresponde ao bordo

leste da antiga bacia Pirabas.

Em Monte Alegre, sob a capa laterítica, ocorre o seguinte perfil: 0,70 m de solo cinza escuro, margoso, com matéria orgânica; 2,0 m de calcário margoso, creme-amarelado, intemperizado; e 3,0 m de calcário margoso, amarelo escuro, consistente, acamamento incipiente e parte maciço, cripto - cristalino, com horizontes coquinóides, e restos de plantas (?) entre os planos de estratificação. Como nas demais ocorrências, os calcários do vale do Parnaíba e Longá apresentam uma fácies mais cálcica, podendo conter intercalações alternadas de leitos argilosos, que refletem bem as variações sazonais das condições de sedimentação. Aos períodos secos, corresponderiam os leitos calcários; e aos períodos de enxuradas, corresponderiam os horizontes argilosos.

Na ocasião de nossa visita às ocorrências de Saco e Olho d'Água, as escavações tinham apenas penetrado o tampo da camada de calcário. Acima do folhelho cinza claro, levemente arroxeadado, sublaminação, friável, que aflora na margem da Lagoa do Saco, ocorre o calcário creme-amarelado, maciço, margoso, criptocristalino, por vezes formando bancos maciços de 20 a 30 cm de espessura. Na ocorrência de Estreito, observada em um poço exploratório entulhado, distingue-se abaixo da cobertura arenosa, o tampo da camada de calcário creme-amarelado, maciço, mui consistente, pouco margoso e afossilífero. A escavação não penetrou até a parte basal do calcário.

#### 4.6.1.5 - Idade e Paleontologia

Uma das características da Formação Pirabas é a existência de camadas altamente fossilíferas, constituindo-se em alguns lugares de camadas coquinóides como na região do baixo Parnaíba. Os fósseis mais abundantes são gastrópodes e pelecípodes, e subordinadamente, equinóides, crustáceos, peixes, briozoários e raramente, alguns restos de plantas e foraminíferos.

C. A. White, (1887), considerou o calcário do rio Pirabas como cretáceo, correlacionando-o às formações fossilíferas de Sergipe e Pernambuco, embora tenha reconhecido o aspecto terciário de certos gastrópodes. Friederich Katzer (1933), reestudou os fósseis descritos por White, e referiu a fauna ao Senoniano. No mapa geológico de J.C. Branner, publicado em 1919, o calcário Pirabas é colocado no Eoceno Inferior, na suposição de que era estratigraficamente correlacionado às camadas do Eoceno Inferior da Formação Maria Farinha, de Pernambuco.

C. J. Maury, (op. cit.), fez uma revisão dos fósseis dos calcários do rio Pirabas e da Estação Agronômica, tendo descrito cerca de 27 gêneros de gastrópodes e mais de 25 pelecípodes, chegando à conclusão de que eram mais recentes que o Eoceno Inferior de Pernambuco. Verificou uma afinidade muito grande com as faunas do Mioceno Inferior de Gatun, no Panamá; de Bowden, na Jamaica; do vale do Yaqui, em São Domingos; e a da Flórida, na América do Norte. Dos gastrópodes descritos por Maury, o gênero Orthaulax é muito caracte-

rístico do Terciário das Antilhas, da Flórida, da Geórgia e do Panamá. Sua posição cronoestratigráfica vai desde o Oligoceno Médio da ilha de Antigua, até o Mioceno Inferior da Flórida. Com base neste gênero, a Dra. Maury considerou o andar Mioceno Inferior como limite superior da Formação Pirabas.

Da fauna de equinóides das camadas de calcário da ponta de Pirabas e Estação Agrônômica, Maria Engênia Santos (1958), encontrou gêneros comuns aos sedimentos terciários de Cuba, Antigua, Panamá, Golfo do México e costa atlântica da América do Norte. A posição geológica dessas faunas abrange desde o Eoceno até o Mioceno Inferior, sendo mais frequentes no Oligoceno.

O prof. Karl Beurlen, (1958), fazendo uma revisão de toda a fauna da zona de Bragantina, de Salinópolis e Ilha Fortaleza, descreveu a pequena fauna de decápodos braquiúres, excluindo a possibilidade da mesma pertencer ao Eoceno. Os gêneros representantes dos braquiúres sugerem idade oligocênica com o mesmo grau de probabilidade que o Mioceno Inferior definido por Maury.

Santos & Travassos, (1960), estudaram a ictiofauna, constituída de 13 formas de elasmobrânquios e 5 de toleósteos, com predominância das formas de zona litorânea, correlacionando-a às faunas típicas do Mioceno da América Central, Europa e costa atlântica da América do Norte.

Com a finalidade de definir paleontologicamente as ocorrências do baixo Parnaíba, C.S.Ferreira (op. cit.) co



letou várias amostras em Cajueiro, Lama Preta, Monte Alegre, Angico e Várzea. Do mesmo modo que nas localidades tipo do Pará, na fauna do baixo Parnaíba predominam os pelecípodes e gastrópodes, e secundariamente, os briozoários, crustáceos, peixes e escafópodes. Das 56 espécies descritas da fauna do baixo Parnaíba, Santos & Travassos, (op. cit.), encontraram 73% de espécies comuns à Formação Pirabas no Pará, estabelecendo definitivamente a contemporaneidade dessas camadas, e suas afinidades com os sedimentos de várias localidades da zona caraíblica, atribuídas ao Mioceno Inferior, que adotamos neste trabalho.

#### 4.6.1.6 - Ambiente de Sedimentação

As condições marinhas de águas rasas e movimentadas para deposição do calcário Pirabas na área mapeada se apoiam nos seguintes fatos:

1) existência de horizontes de coquina, com grande quantidade de conchas quebradas. Para as localidades tipo da região do rio Pirabas, Beurlen, (op. cit.), observou que na fauna de decápodes faltam completamente os macrures, de carapaça mais tênue. Conservaram-se somente tenazes isolados ou carapaças de braquiúres sem apêndices, muitas vezes quebradas. Essa seleção na fossilização se dá em condições de águas agitadas;

2) presença de clásticos grosseiros carregados do continente, associados ao calcário dolomítico do rio São Miguel;

3) presença de plantas fósseis, Ferreira, (op.cit), na camada superior do calcário de Cajueiro;

4) malacofauna da ocorrência do Rio São Miguel com espécies típicas de zona litorânea ou de mangues. Na ictiofauna das ocorrências paraenses, Santos & Travassos, (op.cit), encontraram uma predominância de formas de zonas litorâneas, de mares tropicais.

Segundo Kegel, (1957), a sedimentação marinha nas costas nordestinas teve início no cretáceo, terminando com a deposição de sedimentos predominantemente calcários nas ba cias Alagôas/Sergipe, Pernambuco/Paraíba, Rio Grande do Nor te/Ceará. Esse ciclo de sedimentação termina bruscamente no Eoceno (Formação Maria Farinha, de Pernambuco), com a eleva ção geral do continente até o fim do Terciário, encerrando-se com a deposição dos sedimentos continentais infra-Barreiras e Barreiras por quase toda faixa costeira. Essa elevação não se processou igualmente ao longo de toda a costa nordeste, po dendo subsistir em alguns lugares a sedimentação marinha em ba ías ou pequenos gô lfos durante o Mioceno. Deste modo ocor reria a deposição da Formação Pirabas concomitantemente nas áreas do baixo Parnaíba e baía de Pirabas, no Pará. O maciço granitóide de Chaval corresponderia ao bordo leste da bacia Pirabas, no baixo Parnaíba, evidenciada pela interferência dos detritos de origem continental na área do rio São Mi guel, com biótipo de zona intertidal ou mesmo de mangue.

Com a sedimentação da Formação Pirabas encerra-se definitivamente o ciclo marinho, seguindo-se, depois da re gressão marinha, a deposição generalizada dos depósitos ceno



zóicos, recobrando as camadas de calcário e rochas pré-Cam  
brianas que bordejavam a antiga bacia.

#### 4.6.2 - Grupo Barreiras Indiviso - (TQb)

##### 4.6.2.1 - Definição

O termo "BARREIRAS" foi usado por Branner, em 1902, in Mabesoone et alii, (1972), 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), reúne esses depósitos costeiros sob o nome de "série Barreiras". Oliveira & Ramos (1956), chamaram "Formação Barreiras" aos mesmos sedimentos na costa norte de Recife. Esta designação foi adotada pela PETROBRÁS nos trabalhos de exploração desde a costa norte até o Espírito Santo. Kegel, (op.cit), restringiu o termo "Formação Barreiras" na região costeira do Rio Grande do Norte, às camadas variegadas superiores, e "Infra-Barreiras", à camada de areias argilosas e caulínicas da base. Bigarella & An

drade, (1964), estudaram alguns perfís em torno de Recife, e propuseram o termo "Grupo Barreiras", com uma sequência inferior, denominada de Formação Guararapes, e sobre esta, depositada em discordância de erosão, a Formação Riacho Morno, correlacionada à Formação Barreiras de Kegel.

A. Campos, (1969), discerniu mais duas formações na região de Natal, acima e separadas da Formação Riacho Morno de Bigarella & Andrade por outra disconformidade de erosão. São as formações Macaíba, inferior, e Potengi, na parte superior. Mabesoone et alii, (op.cit), verificaram na região de Cabo Branco, na Paraíba, e em outras localidades da faixa costeira entre Recife e a parte ocidental do Rio Grande do Norte, que a Formação Riacho Morno representa uma capa de intemperismo da Formação Guararapes, não podendo ser considerada como unidade estratigráfica autônoma. O mesmo acontece com relação à Formação Potengi, de Campos, que admitiram se tratar de uma capa de intemperismo da Formação Macaíba, do mesmo autor. Mais recentemente, Campos, in Mabesoone et alii (op.cit), retomou o problema com base nos poços perfurados em torno de Natal, e fez uma nova divisão para o Grupo Barreiras: 1) unidade superior - areias limpas, sílticas ou argilosas, de cor branca e avermelhada. A porção superior desta unidade, Campos correlacionou à Formação Potengi, e a inferior, de tons mais claros, à Formação Macaíba. 2) unidade média - argilas e argilas sílticas ou arenosas, variegadas, muito semelhante às Formações Riacho Morno e Guararapes. 3) unidade inferior - arenosa, às vezes arcoseana, tons creme, branco e amarelo, correspondente à Formação Infra-Barreiras de Kegel.

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

#### 4.6.2.2 - Área de Ocorrência

O Grupo Barreiras forma uma faixa quase contínua de tabuleiros arenosos de cobertura ao longo da zona costeira, suavemente inclinados para o mar, recortados irregularmente no bordo sul pela retomada erosiva. Ocupa quase toda a Folha de Parnaíba e de Bitupitá, e a metade superior das folhas de Buriti dos Lopes e Chaval. Para oeste do Rio Parnaíba a área de ocorrência vai dilatando-se gradativamente para o interior, recobrando paulatinamente os sedimentos siluro-devonianos da Bacia do Meio Norte. Uma pequena escarpa de contorno irregular limita ao sul os tabuleiros com as rochas do embasamento cristalino, e a oeste de Parnaíba, com rochas da sequência paleozóica. Na praia de Cajueiro, as areias formam uma falésia sublitorânea de 8 a 10 metros de altura, enquanto no restante da zona costeira encontra-se parcial ou totalmente dissecada e coberta por aluviões, dunas e outros sedimentos de praia. Ao sul da zona de Campos de Marizeira, encontram-se algumas mesetas isoladas de rochas cristalinas com remanescentes da cobertura arenosa, no tôpo, evidenciando que o "glacis" de sedimentação estendia-se além do limite

sul atual, provavelmente prolongando-se até a escarpa da Serra da Ibiapaba no trecho entre o Parnaíba e Recanto, no extremo leste da Folha de Burití dos Lopes. Na estrada Parnaíba-Burití dos Lopes, próximo a Ponta do Morro, a superfície dos tabuleiros eleva-se gradativamente até o nível da escarpa da Serra, sendo quase insensível a passagem litológica e morfológica de uma sequência para outra, niveladas com a superfície de cristalino alterado.

#### 4.6.2.3 - Modo de Ocorrência

A sequência arenosa do Grupo Barreiras forma uma cobertura quase perfeitamente horizontal sem evidências de perturbações tectônicas, mas tão somente um ligeiro mergulho em direção ao mar, recobrando em parte as rochas cristalinas e os calcários da Formação Pirabas na faixa costeira e, na margem ocidental do Parnaíba, repousa ora sobre os sedimentos da sequência paleozóica, ora sobre as ocorrências isoladas de calcário Pirabas. A espessura é bastante variável, condicionada ao paleo-relêvo do substrato cristalino ou das formações sedimentares mais antigas. No bordo sul do tabuleiro representa só um fino capeamento, formando com o cristalino subjacente uma pequena escarpa, de 10 a 15m de altura. Próximo ao litoral a espessura não deve ultrapassar os 30 metros, ficando quase ao nível do mar ou formando em alguns trechos falésias na plataforma de abrasão. Nas áreas de interflúvio ocorre sob a forma de solo arenoso claro, limpo, confundindo-se muitas vezes com o manto intemperizado e lixiviado do cristalino subjacente. Em diversos lugares, principalmente a sul de São Domingos e em outras áreas mais próximas do lito

ral, afloram rochas cristalinas em meio à área de ocorrência da sequência cenozóica de cobertura.

Morfologicamente, caracteriza-se por formar um extenso "tabuleiro" plano ou com suaves ondulações, inclinado ligeiramente em direção ao mar, o que confere um caráter monótono a esta forma de relevo.

O contato com o cristalino é francamente discordante, preenchendo os paleo-vales da antiga superfície de aplainamento. Sobre os calcários da Formação Pirabas repousa segundo uma provável disconformidade de erosão.

#### 4.6.2.4 - Características Petrográficas

São poucas as exposições do Grupo Barreiras na área mapeada. Na região litorânea, apresenta-se como um pacote homogêneo de areia creme-amarelada e avermelhada, mal selecionada, limpa, ocasionalmente siltosa ou mesmo argilosa, com acamamento indistinto, constituída quase exclusivamente de grãos e grânulos de quartzo subarredondados, por vezes recobertos por uma película ferruginosa. Não raro apresenta intercalações de leitos de grã mais grosseira ou conglomerática. Estratigraficamente, esta sequência equivale à Formação Macaíba definida por Campos, (op.cit), na região de Natal. Na capa da sequência, estende-se de forma contínua uma camada de areia cinza claro, às vezes avermelhada, limpa, mal selecionada. Não parece existir diferenças litológicas entre as areias claras da parte superior, e as areias avermelhadas sotopostas, devendo aquela representar a capa intemperizada e lixiviada da camada inferior, repetindo-se aqui as observa



ções feitas por Mabesoone et alii, (op.cit), na região da costa oriental, separando a Formação Macaíba da capa intemperizada que denominou de "intemperismo Potengi".

#### 4.6.2.5 - Idade e Ambiente de Sedimentação

Ainda não se encontraram fósseis nas camadas variegadas 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, dada as características litológicas das areias e a probreza 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 Guararapes 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°W, 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 da 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 características genéricas e extrapolação dos resultados obtidos em outras regiões. Mabesoone et alii, (op.cit), referindo-se a Formação Macaíba, enfatiza 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. Estabelece ainda que aquela formação seria resultante de sedimentação bastante rápida, em ambiente fluvial em regiões abaixadas por arqueamento do continente. Tal situação aparentemente ocorreu na faixa costeira da região referida neste relatório, em época pós-miocênica, sucedendo a deposição da Formação Pirabas e cujos depósitos resultantes constituem o pacote sedimentar atribuído ao Grupo Barreiras indiviso.

#### 4.6.3 - Coberturas Intramontanas - (Qc)

Nos vales confinados da região das serras Timbaúba e Ubatuba, distribuem-se pequenas mesetas profundamente dissecadas, que representam testemunhos de uma cobertura mais extensa, 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, oriundos do desmonte das escarpas confinantes dos vales. São comuns, em algumas áreas, blocos de arenitos da Formação Serra Grande.

O tópo 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.

#### 4.7 - SEDIMENTOS RECENTES DE PRAIA E ALUVIÕES

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

##### 4.7.1 - 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 Amarela, Bezerro Morto e Ilha Grande de Santa Isabel. 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 que as circundam, sem qualquer cobertura vegetal.

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. O afastamento da costa atinge valores de até 13.5 km em Amarela e 11.5 km na Ilha Grande de Santa Isabel, variando conforme a posição da costa em relação à direção dos ventos dominantes. 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 sensi

velmente o volume das aluviões psamíticas levadas pelos rios ao mar, período em que as paleo-dunas foram reduzidas pela ação erosiva dos ventos.

Litologicamente as paleo-dunas se caracterizam por areias de grã média à 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, mui consistentes, formando bancos maciços ou com estratificação paralela distinta, inclinada em direção ao mar. Faltam completamente os recifes arenosos típicos da costa do Nordeste oriental, consequência das diferenças climáticas e da natureza morfológica da faixa costeira nos trechos considerados.

#### 4.7.2 - 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. De início sobressaem-se duas orientações da linha de costa. Do limite leste da Folha de Bitupitá até Luiz Correia, limite oriental do delta do Parnaíba, a costa assume direção E-W, infletindo-se para NW no trecho correspondente à Ilha Grande de Santa Isabel, retornando à direção E-W, da embocadura do rio Parnaíba até o limite oeste da área do Projeto.

Nos trechos em que 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 acentuado da linha de costa com pontas voltadas para NW, possivelmente retratando as estruturas subjacentes, mui bem ressaltado na ponta formada pelo maciço quartzítico de Jeriquaquara (Folha de Camocim), limitado por falhas da mesma direção do escalonamento que se repete em menor escala até a região leste de Luiz Correia.

A costa retificada e contínua da Ilha Grande de Santa Isabel, de direção NW-SE, sujeita à ação abrasiva mais eficaz das vagas marinhas, é caracterizada por um maior desenvolvimento dos cordões de dunas. Em função dos ventos dominantes de nordeste, as vagas voltam-se para noroeste, impulsionando maior quantidade de areias que se acumulam nas praias de direção NW-SE, de onde são movidas mais profundamente pelos ventos que incidem perpendicularmente à costa.

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 10 km do mar, entulhando os vales costeiros, impedindo assim de os cursos d'água atingirem diretamente o oceano, resultando na formação a montante de típicas lagoas de barragem, ou desviando com frequência as embocaduras em relação ao curso original para o mar. Quando, porém, o transporte dos detritos eólicos é superior ao assoreamento, os rios se constituem num obstácu

lo natural à progressão das dunas, fenômeno destacado pelo riacho Tabocal que tem seu leito parcialmente obstruído já pelas paleo-dunas, opondo-se à evolução das dunas para além da margem ocidental.

Litologicamente são caracterizadas por areias es branquiçadas, quartzosas, grã fina, bem classificadas, em cor pos maciços ou mostrando localmente, certo desenvolvimento es tratiforme de leitos mais escuros de concentrações de minera is pesados (foto 12). As dunas ocorrem geralmente associadas formando espigões de contornos irregulares, ou em formas de barcanas isoladas, com perfil transversal assimétrico e exi bindo marcas de onda na superfície de barlavento (foto 13).

Os sedimentos litorâneos depositados pelas vagas marinhas ocorrem apenas em uma estreita faixa na zona interti dal de toda a faixa costeira. Predomina uma facies de areia fi na, cor cinza escuro, contendo restos de matéria orgânica em decomposição, e minerais pesados finamente granulados e disse minados em proporções variáveis ou formando camadas mais con centradas intercaladas com leitos mais quartzosos. A hornblenda e a ilmenita são os minerais mais comuns, seguidos de epi doto, zircão e cianita. Lateral e localmente as areias passam a grosseiras e conglomeráticas, contendo fragmentos de con chas recentes, mal selecionadas, originadas provavelmente do retrabalhamento dos antigos cordões de praia.

#### 4.7.3 - Aluviões - (Qa)

As aluviões cobrem considerável área das Folhas Bu

rití dos Lopes e Parnaíba, concentradas principalmente na região do delta do Parnaíba-Longá, o qual constitui uma das unidades geomorfológicas mais notáveis da costa do Meio Norte e Nordeste. Mostra-se conspicuamente deslocado para oeste como resultado das correntes de NW, que impulsionaram os depósitos fluviais despejados na embocadura do Parnaíba durante sua Formação. Embora o Parnaíba tenha curso perene, o nível das águas decai muito durante as épocas de estiagem, reduzindo consideravelmente a capacidade de carga aluvionar, e fazendo emergir grande número de corôas de areia que dificultam sobre maneira a navegação fluvial nessas épocas. No leito do Parnaíba há uma nítida predominância de sedimentos fluviais, constituídos de areia quartzosa, mal classificada, depositada em forma de bancos espessos, enquanto nos canais e afluentes da zona deltáica há maior influência do fluxo e refluxo das marés, depositando-se vasas escuras fluvio-marinhas, onde se misturam os materiais pelíticos e matéria orgânica em decomposição. O delta encerra grande número de ilhas e ilhotas, separadas por estreitos canais, muito deles navegáveis por embarcações que fazem a ligação de Parnaíba com as localidades ribeirinhas do delta e do litoral maranhense, além de servirem como via de escoamento da produção agrícola do interior.

O rio Longá, que tem seu leito entalhado em função de um nível de base mais baixo que o atual, tem reduzida capacidade de carga, predominando as aluviões pelíticas, notadamente nas varzeas laterais e na planície de inundação da Lagoa Grande do Burití. A facies mais grosseira restringe-se praticamente ao leito de estiagem, sendo remobilizada durante as épocas das enchentes. A partir de Bonita, seu leito mal se de



fine, perdendo-se na ampla planície aluvial da Lagoa Grande, desenvolvendo ali uma drenagem anastomótica, com formas meandriformes, braços mortos e diversas lagoas menores.

O modelo de drenagem desenvolvido pelo Longá na região da Lagoa Grande de Burití, em uma área menos ampla que a do delta do Parnaíba propriamente, motivou alguns autores a usarem um termo mais amplo, chamando o conjunto de delta Parnaíba-Longá.

Na área de rochas cristalinas a rede hidrográfica é sub-dividida em pequenas bacias isoladas que, combinado ao regime torrencial resultante do estágio de aplainamento imaturo e de fatores climáticos, não engendram depósitos aluviais expressivamente mapeáveis, senão em pequenos trechos do leito de inundação. Ao atingir a planície costeira esses rios se alargam bruscamente, formando amplas planícies aluviais, as quais incluem trechos da planície de inundação. A influência das marés ocasionam um misto de condições ambientais marinho e fluvial nessas planícies de inundação, alagadas em grande extensão nas preamares devido à pequena declividade da superfície aluvial. O fluxo das marés ocasiona um refluxo das correntais fluviais durante as épocas invernosas, conduzindo material marinho que vai se misturar às aluviões depositadas pelos rios, formando as vasas escuras com matéria orgânica associada à fração predominantemente pelítica, fazendo florescer uma vegetação típica de mangue. A intervenção marinha em vastas áreas continentais, combinada ao clima favorável, ensejam a existência de diversas salinas mormente nos rios Ubatuba e Timonha.

Alguns cursos d'água menores tiveram sua embocadura afogada por entulhamento dos sedimentos eólicos, propiciando a formação a montante de lagoas de barragem onde nas secas periódicas, precipitam-se sais de potássio, Ferreira, (op.cit), notadamente na lagoa de Sobradinho.

Cerca de 11 km a leste de Luiz Correia, ao longo da estrada litorânea para Carnaubal, ocorre localmente uma camada descontínua de 30-35 cm de espessura, horizontalizada, numa extensão de aproximadamente 2.5 km, de cor cinza escura, inconsolidada, mui leve, constituída quase exclusivamente de restos vegetais incompletamente depositos, documentando uma antiga região pantanosa totalmente assoreada.



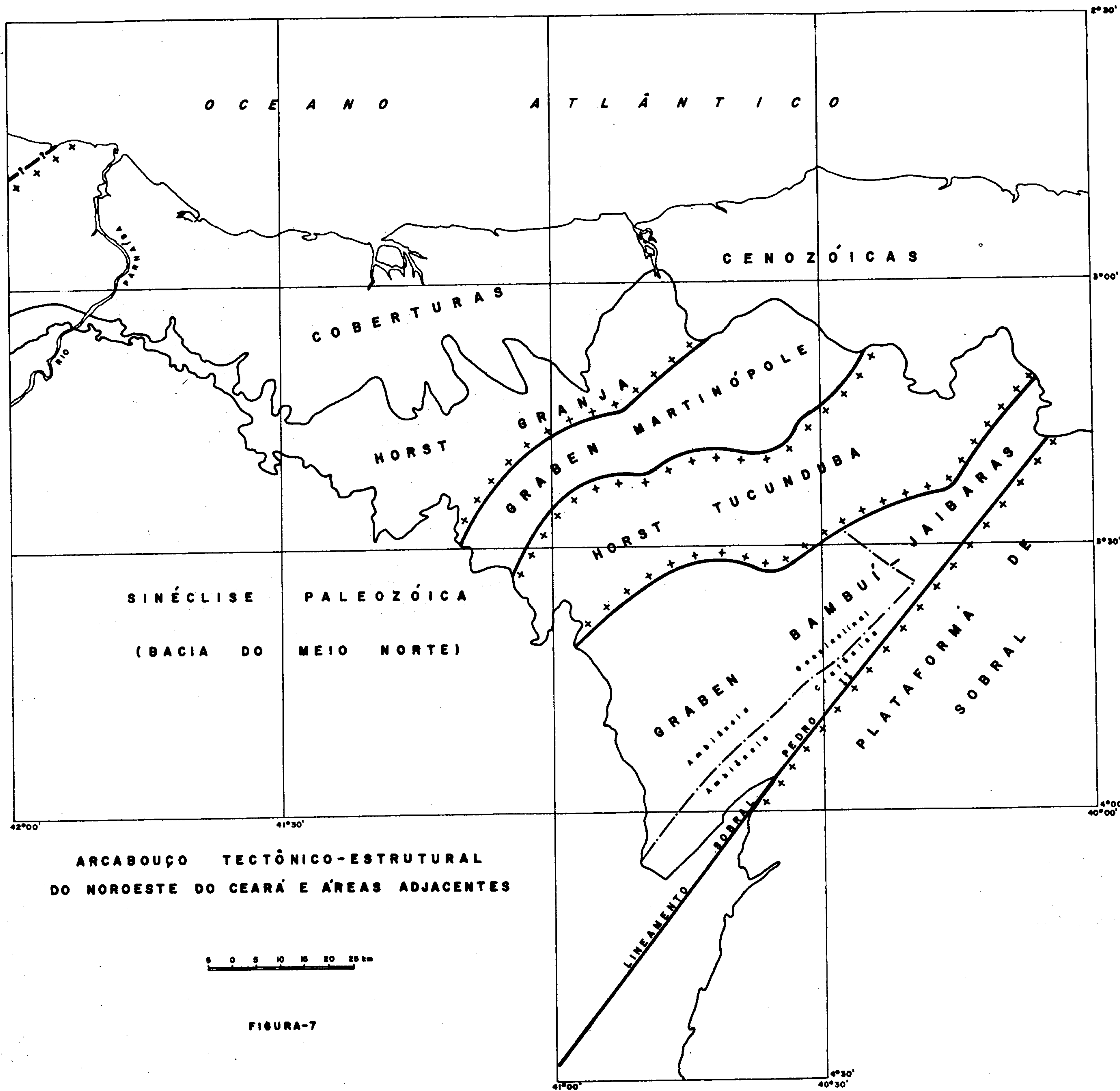
5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

Do ponto de vista estrutural o embasamento pré-Cambriano, na área referida neste volume, está representado por extensões de três grandes blocos tectônicos-estruturais, definidos regionalmente, a saber: "horst" Granja; graben Martinópolis e "horst" Tucunduba (vide figura 7).

No "horst" Granja, correspondente a Unidade "C" do pré-Cambriano, 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 sudoeste. 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 a zona de cisalhamento de Granja e a de Itaúna.

A sequência de filitos xistos e quartzitos, descrita neste relatório como Unidade "A" do pré-Cambriano, na área oeste do meridiano 41° W, exhibe duas ambiências tectônicas distintas. Na região de General Tibúrcio e serra Timbaúba ocupa claramente um bloco abatido do embasamento antigo (graben Martinópolis), confinado por dois blocos rígidos, que funcionam como "altos" estruturais. A mesma sequência de epimetamorfitos, na área de Petimbú e Ibuguaçu, repousa em discordância angular sobre as rochas catazonais da Unidade "C" e estrutura-se em uma sequência de dobras abertas com caimento para SW. Tal estruturação, de características peculiares no contexto tectônico regional, foi interpretada como resultante de esforços de compressão sobre a sequência mais jovem, depositada em

# PROJETO JAIBARAS



substrato rígido, correspondente a um bloco rebaixado do "horst" Granja.

O "horst" Tucunduba, representado na extremidade da Folha Viçosa do Ceará, corresponde a uma sequência de migmatitos, quartzitos e gnaisses, agrupados na Unidade "B" do pré-Cambriano, e estruturada em dobras comprimidas, com plano axial verticalizado. Ao longo do flanco sul da serra de São Joaquim, esta sequência é parcialmente acavalada pelos quartzitos basais da Unidade "A", através da falha inversa de Itacolomy.

A discordância angular e de erosão que separa a sequência paleozoica do substrato cristalino, separa também duas paisagens tectônicas fundamentalmente diferentes. Abaixo, as rochas pré-Cambrianas, com um estilo tectono-estrutural complexo, destacando-se áreas intensamente dobradas e áreas caracterizadas por vigorosa tectônica rígida, com frequentes reativações e superposições de estruturas. Acima, com exceção de áreas de reativações pós-devonianas, segundo antigas falhas do embasamento, a tectônica é bastante simples e monótona, tipicamente cratogênica, e consiste em um leve basculamento dos estratos para oeste. De modo geral, as camadas sedimentares apresentam mergulhos regulares, convergindo para o centro da bacia, formando assim uma estrutura periclinal. Da região de Viçosa do Ceará para sul, os mergulhos são para oeste, ao passo que, na região nordeste da bacia, passam gradativamente para SW e na área de Burití dos Lopes para S.SW. Os valores dos ângulos medidos no terreno variam de 1° a 5°, dependendo de perturbações locais. A superfície da Formação Ser

ra Grande reflete bem a inclinação regional dos estratos, estimada entre 5 a 7 m/km no perfil Tianguá-Alto Alegre. Este abaixamento não é contínuo, verificando-se um aumento gradativo dos mergulhos na região setentrional da bacia, situando-se entre 10 a 20 m/km na área do baixo Parnaíba. O ângulo de mergulho, diminui das camadas mais antigas para as camadas mais jovens.

Feição tectônica de destaque e que afetou toda a sequência paleozoica, é o intenso diaclasamento observado em todas as unidades aflorantes, com maior frequência nos arenitos das Formações Cabeças e Serra Grande. Predominam os alinhamentos de direção NW e NE, independentes do posicionamento estrutural e estratigráfico das unidades mapeadas.

Aparentemente os corpos de diabásio, que se introduziram preferencialmente nos tôpos das Formações Longá e Pimenteiras, não causaram deformações conspícuas nas encaixantes da capa, talvez só um dobramento muito aberto, com inversões de mergulho pouco pronunciadas.

Só localmente, observam-se feições estruturais que não refletem a tectônica regional. A leste de Cajazeiras de Baixo, o arenito Cabeças forma uma anticlinal de pequenas dimensões, com os flancos mergulhando 15° para E.SE e W.NW e terminação periclinal com caimento suave para N.NW, estrutura provavelmente relacionada aos esforços verticais verificados no magmatismo jurássico.

A faixa de sedimentos cenozóicos do norte da área não registra qualquer perturbação estrutural e seu suave bas



culamento em direção ao mar reflete apenas o leve arqueamento, que afetou todo o continente em época plio-pleistocênica.





6 - GEOLOGIA HISTÓRICA

O arcabouço tectônico-estrutural do embasamento pré-Cambriano, na área do Projeto Jaibaras, (vide figura 7), sugere claramente, que o processo de cratonização na região no roeste 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" Granja, metamorfisado a níveis catazonais com desenvolvimento de fácies granulito. As áreas correspondentes a Unidade "B" do pré-Cambriano, maiormente expostas na região a leste do meridiano 41° W, 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" 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 podemos 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 conceituada na Carta Geológica do Brasil, (MME-DNPM, Edição 1971), rejuvenescidas no Ciclo Brasileiro.

O baixo estrutural ocupado pelas sequências epi-metamórficas da Unidade "A" do pré-Cambriano, de características miogeosinclinais, representa 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.

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.

Os registros geológicos dos períodos eo-Cambriano e Cambro-ordoviciano na área do Projeto Jaibaras, a oeste do meridiano 41° W, limitam-se a pequena ocorrência da Formação Aprazível, preservada no graben de Pedra Verde e que testemunha reativações póstumas na macro-estrutura definida como graben Martinópolis. A Formação Aprazível, do fim do Ordoviciano, representa o evento derradeiro do longo período de evolução geológica da região noroeste do Ceará, ligada às condições geotectônicas instáveis, seja em ambiência geosinclinal, seja em ambiência paraplataformal, e marca o fim do "estádio de transição", Almeida, (op.cit.), no processo de consolidação da plataforma.

O longo período de estabilidade tectônica que se seguiu é documentado na área referida neste volume pela exten

sa cobertura sedimentar de idade siluro-devoniana-mississippiana, correspondente a borda nordeste da grande sinéclise paleozóica do Meio Norte. Esta fase que corresponde ao "estádio de estabilização" da plataforma, Almeida, (op.cit.), desenvolveu-se em duas etapas: a primeira é registrada pela transgressão do mar Siluriano, que continua por todo Devoniano, encerrando-se no Carbonífero Inferior com as areias regressivas da Formação Potí. A segunda etapa começa no final do Carbonífero Inferior e prossegue até o Triássico Superior, com predominância de ambiente continental e esporádicas penetrações marinhas na fase inicial. Na área do Projeto Jaibaras, aqui referida, apenas a primeira etapa encontra-se documentada. Sobre a superfície totalmente aplainada do embasamento, depositaram-se os conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos transgressivos da Formação Serra Grande, de natureza arcoseana na secção basal, passando a arenitos caulínicos no tópo, evidenciando uma evolução climática com aumento progressivo de umidade durante o período da sedimentação Serra Grande. A intercalação de siltitos e raros folhelhos na secção média e no tópo da Formação indica condições de sedimentação mais regulares, lenta subsidência e melhor seleção do material carreado para a bacia.

A transgressão culmina no Devoniano Inferior com os depósitos pelíticos da Formação Pimenteiras e parece ter alcançado o clímax na parte média da secção, com a deposição de folhelhos escuros, piritosos, caracterizando ambiente redutor. No final do período Pimenteiras registra-se a primeira tendência de levantamento da bacia cujo ápice é documentado nas secções média e superior da Formação Cabeças pelos paco

tes de arenitos médios e não raro grosseiros, com estratificação irregular, marcas de onda e concentrações de minerais pesados (magnetita-ilmenita), aflorantes nas regiões de Rosário e Cajazeiras.

No Devoniano Médio iniciou-se um novo ciclo transgressivo na bacia, depositando-se os folhelhos escuros e bem laminados da Formação Longá, testemunhos de condições tranquilas de sedimentação. Finalmente, no Carbonífero Inferior, as areias regressivas da Formação Potí encerram o ciclo de deposição marinha iniciado no Siluriano, e o desenvolvimento da bacia assume caráter eminentemente intra-continental.

As formações sedimentares relativas ao período Carbonífero Superior-Jurássico tão frequentes na parte central da bacia, não estão representadas na área do Projeto Jaibaras.

No período Jurássico-Cretáceo, a primeira fase da "reativação Wealdeniana" da plataforma, Almeida, (op.cit.), manifestou-se na área central da sinéclise paleozóica sob forma de vulcanismo trapeano de natureza toleítica, representado pelos frequentes "sills" posicionados preferencialmente nos contatos Longá/Cabeças e Cabeças/Pimenteiras, ocorrentes no vale do rio Longá, além de inúmeros diques que ascendem ao nível da Formação Serra Grande.

O início dos processos que culminaram na paisagem morfológica atual da área estão provavelmente relacionados a esta fase de reativação da plataforma, caracterizada por ar

queamentos e falhamentos segundo as antigas geoclases do embaçamento. Desencandeou-se então uma vigorosa fase de dissecação, em função dos desníveis 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, 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 tópo das formações miocênicas e pré-miocênicas. Um novo ciclo de abaixamento iniciava-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 - GEOLOGIA ECONÔMICA

### 7.1 - GENERALIDADES

A área incluída neste relatório, como toda a região abrangida pelo Projeto Jaibaras, 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. Registrou-se uma tentativa frustrada de exploração da ocorrência de minério de ferro de Itaúna e recentemente, foram executadas pesquisas de detalhe visando a avaliação do prospecto cuprífero de Pedra Verde, também com resultados desanimadores.

Os trabalhos do Projeto Jaibaras confirmaram de certo modo a pobreza desta área com respeito a recursos minerais e enquadra as diversas ocorrências cadastradas, com exceção dos calcários da Formação Pirabas, como concentrações marginais, sem valor econômico.



## 7.2 - COBRE EM PEDRA VERDE

### Ficha de Ocorrências Mineraiis nº 10

A ocorrência cuprífera de Pedra Verde localiza-se no município de Viçosa do Ceará, a 8 km em linha reta da se de municipal e a 4 km a SW do povoado General Tibúrcio. Si tua-se na encosta da Serra da Ibiapaba, no local denominado Grotão da Pedra Verde topograficamente caracterizado por va les profundos e escarpas íngremes. A partir de Viçosa do Ceará atinge-se o local da ocorrência através da estrada mu nicipal que une esta cidade a General Tibúrcio num percurso de 35 km, bastante acidentado, e deste povoado, através de 4 km em estrada carroçável de precárias condições de trá fego.

Esta ocorrência é conhecida desde 1850 e nela realizaram-se diversos trabalhos de pesquisa. Pouchain, (1947), estima reservas da ordem de 1.500.000 toneladas de minério com 2% Cu. Quezado, (1949) executou para o DNPM cinco furos de sonda, limitando sua estimativa a 1 milhão de toneladas de minério com 1.2% Cu.

Trabalhos de pesquisa mais completos visando a definição do prospecto em termos econômicos foram executados por Collins & Loureiro, (1961/1962), para a Indústria Sul Americana de Metais S/A - ISAM. Os trabalhos de prospecção consistiram na escavação de 230 metros de tunel e na perfora ção de 13 furos de sonda, totalizando 1.327 metros. No rela tório da pesquisa, concluem aqueles autores "Depois de 230 m de tunel e de 13 furos de sondagem, chegou-se a conclusão de

que o minério, ainda que compreendendo uma zona bem definida, é muito variável e de teor muito baixo para ser aproveitado. Algumas intersecções mostram uma largura horizontal verdadeira de 10 metros, com a média de 1.2% de sulfetos de cobre, mas predomina o material mais pobre", e ainda, "...considerou-se que Pedra Verde foi adequadamente testada e que se acharam deficientes as possibilidades em minério". Os mesmos autores não apresentam cálculos de reservas de minério do prospecto, por julgar inútil, em vistas das evidências pouco animadoras constatadas na pesquisa.

A mineralização em Pedra Verde ocorre ao longo de uma zona de falha orientada segundo NE-SW, que põe em contato os filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano, que formam o bloco elevado do lado sul; e os conglomerados da Formação Aprazível, que ocupam o bloco afundado, do lado norte. Em superfície, a mineralização manifesta-se por intensas impregnações de malaquita preenchendo fraturas e como finas películas envolvendo blocos de filito, em uma faixa de cerca de 400 metros, relativamente estreita, que acompanha o contato filito/conglomerado, desaparecendo no lado sul por sob a cobertura de sedimentos devonianos (Formação Serra Grande). A mineralização primária, não aflorante é contida por calcossina, bornita, calcopirita, pirita e raramente, galena. Segundo Collins & Loureiro, (op.cit.), que procederam um estudo minucioso do minério, "... os minerais de cobre ocorrem em lentes ou manchas finas disseminadas através de rocha não distinta, alongadas paralelas a planos de cisalhamento. Raramente ocorrem em massas maiores do que 1 cm de diâmetro. A maioria dos grãos têm de 1 a 4 mm de diâmetro". Em profundi

dade a faixa mineralizada forma um corpo tabular, verticalizado com espessura e teor variáveis observando-se uma tendência a estreitamento.

As possibilidades de extensão da faixa mineralizada para sudoeste, por sob os arenitos da Formação Serra Grande, foram testadas no início deste ano através de sondagens profundas, pela empresa detentora do Alvará de Pesquisa da área, ao que parece, com resultados desanimadores. Verifica-se portanto que um grande volume de trabalhos de prospecção foram executados em Pedra Verde, a cargo de diversos geólogos e instituições, sempre resultando em conclusões desanimadoras para o prospecto. Neste sentido, o relatório de Collins e Loureiro é particularmente significativo pelo grande número de evidências reunidas e pela seriedade com que foram conduzidos os trabalhos, tanto na fase de campo quanto na fase analítica e suas conclusões, que consideram Pedra Verde destituída de qualquer valor econômico, devem ser aceitas como válidas.

Do ponto de vista regional, assinala-se a repetição em outros sítios, de condições geológicas semelhantes àquelas verificadas em Pedra Verde e tidas como condicionantes da mineralização, isto é, o contato tectônico filito/Formação Aprazível, porém, em nenhum local foi observado qualquer indicio de mineralização cuprífera. Estas áreas situam-se na margem sul dos grabens associados a zona de cisalhamento de Jaguarapí, especialmente no vale do riacho Saiquí. São regiões afetadas por espesso manto de intemperismo e laterização, capazes de mascarar qualquer mineralização



primária, acaso existente. Consideramos tais regiões como favoráveis para pesquisa de cobre e as recomendamos para projetos específicos.

### 7.3 - MANGANÊS DE OITIS

#### Ficha de Ocorrência Mineral nº 8

A ocorrência de manganês da Fz Oitis, localiza-se na escarpa da serra da Ibiapaba, cerca de 10 km a sudoeste do povoado Ibuguaçu, folha Chaval.

O minério aflora como uma sequência de bancos paralelos, bem expostos nos vales estreitos e profundos dos riachos que drenam a escarpa da Serra. Observa-se nesses vales, a forma tabular dos corpos de minério, com espessura variável de 4 a 7 metros.

Apesar de não aflorarem de modo contínuo, sua extensão longitudinal pode ser estimada aproximadamente em 1 quilômetro. A espessura da faixa mineralizada, não pode ser avaliada, porque os depósitos de talus originados a partir do arenito Serra Grande do topo da chapada, mascaram a ocorrência do minério.

Além dos corpos tabulares, o minério ocorre espalhado em toda a área da encosta, na forma de blocos irregulares com dimensões variáveis.

Tectonicamente, as lentes manganíferas encaixam-se concordantemente na sequência de quartzo-clorita-filitos e exibem mergulhos da ordem de  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$ / $230^{\circ}$ - $250^{\circ}$ .

Próximo aos corpos mineralizados, os filitos apresentam-se geralmente com impregnações de óxido de ferro e

manganês, originando, pela sua alteração um solo argiloso e vermelho.

Uma grande falha observada no campo corta a sequência filítica mineralizada, com direção paralela aos corpos de minério. O Riacho do Angico possui parte de seu curso encaixado nesta falha. Outras falhas menores, deslocam localmente, os corpos mineralizados.

O minério apresenta-se como concentrações de piro-lusita, psilomelano e limonita, maciças em toda a espessura da camada. Como mineral de ganga, ocorrem veios de quartzo branco leitoso, que cortam o minério, às vezes com um padrão aleatório e frequentemente, preenchendo um sistema de fraturas com três direções principais (foto 15). Pode também, localmente, apresentar estruturas com aspecto de "box-works". Estes veios de quartzo alcançam até 10 cm de espessura e chegam a compor cerca de 20% do total do minério.

Microscopicamente, o minério possui textura granular automorfa (granada) a xenomórfica de substituição e preenchimento. Apresenta-se como agregados idiomórficos de granada manganífera (espessartita) substituída parcialmente por hidróxido de alumínio, hidróxido de ferro e minerais de manganês. O hidróxido de alumínio ocupa exatamente a forma dos grãos de granada em finos agregados granulares, enquanto que os minerais opacos de ferro e manganês, são representados por redes de filetes secundários, cortando ou contornando os agregados de granada, e localmente constituindo massas intersticiais maiores. Aham-se, os opacos, representados nas

massas maiores por limonita e criptomelano, que são parcial e localmente substituídos por agregados granulares de pirolusita. Algumas dessas massas maiores de limonita e criptomelano englobam cristais tabulares idiomórficos de ilmenita.

Duas análises químicas foram realizadas, apresentando os seguintes teores em percentagem:

	<u>1</u>	<u>2</u>
SiO <sub>2</sub>	20,50	26,90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,40	4,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,80	23,20
MnO <sub>2</sub>	47,20	37,20
BaO	0,12	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,14	-

Pelas características apresentadas, trata-se de um depósito do tipo epigenético restrito a zonas de enriquecimento por intemperismo, com baixo conteúdo de manganês e alta percentagem de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e SiO<sub>2</sub>.

Continuidade ou repetição deste tipo de mineralização foram pesquisadas, sem sucesso, em toda a área de ocorrência dos xistos e filitos da Unidade "A". Considerando as reduzidas dimensões do depósito da fazenda Oitis e a qualidade inferior do minério, julgamos esta ocorrência manganífera sem qualquer perspectiva econômica.

#### 7.4 - FERRO DE ITAÚNA

As ocorrências de minério de ferra da fazenda Itaúna localizam-se na margem direita do rio Timonha, próximo a localidade Passagem, folha Chaval.

Tratam-se de níveis de hematita compacta, e magnetita, gradando para itabirito quartzoso e quartzito hematítico, intercalados nas faixas de quartzitos puros, brancos ou cinzentos da Unidade "C" do pré-Cambriano. As lentes de minério são descontínuas, com espessura variando entre 1 e 5 metros e comprimento desde 10 até 150 metros. No sentido longitudinal as lentes ferríferas repetem-se ao longo de 2-3 quilômetros. Quezado, (1949), atribui reservas da ordem de 225.000 toneladas de minério para esta ocorrência, o que a caracteriza como absolutamente desprezível. Outros níveis ferríferos de dimensões menores, foram assinalados na ponta de Jeriquaquara também associados a mesma sequência quartzítica.



## 7.5 - MINERAIS RADIOATIVOS

Durante a execução do Projeto não se efetuou leitura cintilométrica com vistas a localização de acumulações uraníferas, uma vez que a CNEN realizou no período de 1962 a 1967 um estudo detalhado no bordo leste da Bacia Paleozóica. Foram selecionadas 5 anomalias radioativas ao redor de Pe. Vieira, Município de Viçosa do Ceará, pesquisadas posteriormente com sondas rotativas. Ficou constatada a presença de autunita nos arenitos vermelhos e róseos, com cimento argilo-fosfático-ferruginoso, próximo ao contato Serra Grande/Pimenteiras. O resultado das análises químicas do minério indicou teores de 0.475% de  $U_3O_8$  Fuzikawa, (1968). No final dos trabalhos a CNEN opinou pelo abandono da área por não apresentarem os corpos mineralizados condições de serem lavrados economicamente.

## 7.6 - CALCÁRIO

As ocorrências de calcário de Lama Preta, Monte Alegre, Cajueiro e Várzea, têm sido mencionadas por vários autores, dado o interesse paleontológico representado pelos níveis bioclásticos, com uma assembléia bastante diversificada de microfósseis. Novas ocorrências estão indicadas na Folha Burití dos Lopes, nas localidades de Estreito, Saco e Olho d'Água, todas nas margens direitas dos rios Parnaíba e Longá, e ainda a cerca de 3 km ao sul da fazenda Várzea, no vale do Rio São Miguel. Em todos esses lugares o calcário apresenta uma espessura média de 3-4 metros, intercalando-se com finos leitos argilosos, e encontra-se sob uma cobertura arenosa ou laterítica de 1-3 metros de espessura, motivo pelo qual são conhecidas somente as ocorrências das escavações de lavra para produção de cal.

Não se consegue definir um controle pedológico que permita a inferência de novos jazimentos, nem qualquer diferenciação fotogeológica na cobertura que capeia o calcário. Consequentemente, para avaliação da potencialidade dessas jazidas se faz necessário a abertura de poços exploratórios. As ocorrências do vale do Parnaíba são provavelmente isoladas uma das outras, assoreando as depressões da superfície pré-miocênica dos sedimentos paleozóicos e das rochas pré-cambrianas, enquanto as ocorrências do vale do São Miguel parecem ser extensão das ocorrências constatadas no poço LLC-01-PI, perfurado na praia de Atalaia, e em Angico, durante a escavação de uma cacimba.

Durante mais de 50 anos os calcários de Lama Preta e Monte Alegre vêm sendo empregados na fabricação de cal. Pelo volume de material retirado, verifica-se que a demanda foi muito pequena para todo esse tempo, sem ter motivado os proprietários para um empreendimento mais organizado. Em todas as pedreiras a queima se faz em fornos intermitentes, em escavações feitas no solo, resultando daí uma baixa produtividade. O produto resultante da calcinação é fornecido ao consumidor sob a forma de cal virgem gorda.

De acordo com os resultados das análises químicas indicadas no quadro anexo, os calcários de Monte Alegre e Olho d'Água são bastante puros, do tipo cálcico, podendo os horizontes mais argilosos, conforme resultados das amostras de Lama Preta, serem empregados na fabricação de cal hidráulica. O calcário dolomítico de Várzea poderá ser usado para fabricação da cal virgem, para uso em construção civil, requerendo apenas uma hidratação mais lenta. Cumpre ressaltar dentre as características químicas do calcário cálcico a possibilidade de vir a ser utilizado como matéria prima na fabricação de cimento portland. O Grupo Votorantim pretende instalar no Município de Parnaíba uma fábrica de cimento, estando atualmente pesquisando os calcários de Estreito e Monte Alegre.

Um dos problemas da maior relevância na prospecção de calcário para fabricação de cimento é a composição química, sobretudo o teor de MgO. As normas técnicas exigem um teor máximo da ordem de 5,5% de MgO no cimento. Para o calcário, o teor máximo permitido varia de acordo com o teor

	1139-JB-R-32	1139-JB-R-409	1139-JB-R-397b	1139-JB-R-397c
UNIDADE (105 - 110°C)	0.80	0.29	0.28	0.77
PERDA A 1000°C	40.13	41.28	32.20	40.34
ALUMÍNIO EM $Al_2O_3$	0.60	0.60	0.30	0.50
FERRO EM $Fe_2O_3$	0.50	0.46	2.07	0.71
CÁLCIO EM $CaO$	50.26	51.24	40.32	50.26
MAGNÉSIO EM $MgO$	0.53	0.45	0.18	0.56
FÓSFORO EM $P_2O_5$	0.06	0.05	0.08	0.05
POTÁSSIO EM $K_2O$	0.12	0.11	0.04	0.11
RESÍDUO INSOLÚVEL (RI)	6.75	5.00	24.27	5.92

1139-JB-R-32 — CALCÁRIO LEVEMENTE ARGILOSO — FAZENDA MONTE ALEGRE

1139-JB-R-407 — CALCÁRIO CRIPTOCRISTALINO, MACIÇO — OLHO D'ÁGUA

1139-JB-R-397b — CALCÁRIO CRIPTOCRISTALINO, DA BASE DA SEQUÊNCIA — FAZ. SACO

1139-JB-R-397c — CALCÁRIO COQUINÓIDE, DO TOPO DA SEQUÊNCIA — FAZENDA SACO

de carbonato total, de modo a se obter no produto final um teor máximo de 5,5% de MgO. O quadro anexo dá os teores de carbonato total e de MgO das amostras coletadas na área mapeada.

Para valores entre 90 e 95% de carbonato total no calcário, admite-se um teor máximo de MgO em torno de 4,1%, e para valores de 65 a 75%, admite-se até 3,2% de MgO. Conforme os resultados obtidos, o calcário Pirabas atende perfeitamente as especificações técnicas. Vale salientar ainda a homogeneidade química do calcário, em toda a área amostrada, com exceção do calcário de Várzea, correspondente ao bordo da bacia, que apresenta teor elevado de MgO (15,58%).

## 7.7 - AREIAS ILMENÍTICAS

Entre os pontos de maior interesse do Projeto Jai<sub>baras</sub> situavam-se os sedimentos recentes de praia, em face das repetidas referências bibliográficas às ocorrências de areias pesadas notadamente no trecho compreendido entre a barra do Rio Coreaú, no Ceará, e a Ilha do Cajú, no Maranhão, que se supunha tratar-se da extensão para leste dos depósitos de areias ilmeníticas que ocorrem desde a Ilha do Cajú até Tutoia, no litoral maranhense.

Com o objetivo de se fazer uma avaliação preliminar dessas ocorrências, procedeu-se a uma amostragem sistemática dos sedimentos da faixa intertidal sendo coletadas 29 amostras de areias finas (10-15 cm abaixo da superfície), nas praias de Luiz Correia, Cajueiro e Espraiado, e ainda a cada 2 km nos trechos entre a barra do Rio Coreaú e a praia de Bitupitá, e da barra do Rio Acaraú à ponta de Jeriquaquara. Nas áreas de dunas e paleo-dunas foi encontrada uma única ocorrência de minerais pesados, aproximadamente 2 km a SE da vila de Bitupitá, formando finos leitos intercalados no corpo de areia. Ao sul da ilha das Canárias ocorrem manchas desses minerais na superfície das barcanas, bem como filetes nas marcas de jusante que emergem sob as dunas que bordejam os canais limítrofes da Ilha.

Os resultados da análise quantitativa dos concentrados obtidos por separação com bromofórmio, indicaram a predominância de ilmenita e hornblenda, seguidos de epidoto, zircão e cianita. Esta associação sugere ter sido carreada

a partir dos migmatitos que afloram nos leitos dos rios e ao sul da faixa costeira de sedimentos cenozóicos, onde a desagregação mecânica predominou sobre o intemperismo químico, como se depreende da grande percentagem de hornblenda, mineral extremamente instável, presente na quase totalidade das amostras coletadas. Foi constatada a presença de ilmenita em todas as amostras coletadas, porém, como acessório por vezes secundário, na composição da fração pesada do sedimento. Estimamos, com base nas análises sedimentológicas, uma percentagem média de ilmenita da ordem de 20% da fração pesada, o que obviamente, não chega a despertar qualquer interesse econômico.

A pesquisa superficial em antigas linhas de praia, ainda que incompleta, não revelou resultados animadores. Em perfis aflorantes nos barrancos de pequenos riachos que cortam transversalmente estes depósitos antigos, não foi constatada a presença de qualquer concentração de minerais pesados.

A faixa de sedimentos costeiros pesquisada pelo Projeto Jaibaras foi também objeto de investigações de maior detalhe por parte da empresa Rutilo e Ilmenita do Brasil S.A. tendo a mesma alcançado, do mesmo modo, resultados desanimadores.

## 7.8 - ÁGUA SUBTERRÂNEA

Toda a área do Projeto está incluída no chamado "Polígono das Sêcas", razão pela qual não podia se deixar de abordar alguns aspectos relativos à hidrologia das águas subterrâneas, embora seja considerada de forma sumária por falta de dados essenciais a um estudo pormenorizado das características hidrodinâmicas dos diversos aquíferos. A escassez de água na região é um fenômeno ligado mais às irregularidades das precipitações e de fatores geológicos do que propriamente às médias pluviométricas anuais. São pequenas as variações pluviométricas observadas de uma área para outra, que justifique a existência de extremos climáticos e nas reservas de águas acumuladas no sub-solo.

Quase sempre as rochas cristalinas encontram-se desnudadas, sem capeamento permeável e ausência de solo vegetal. O caráter geralmente impermeável dessas rochas combinado ao relevo propício a regimes torrenciais, além de uma difusa drenagem superficial, são fatores absolutamente desfavoráveis à fixação d'água no sub-solo, e quando existe alguma acumulação, a taxa de cloretos é demasiadamente elevada de modo a torná-la imprópria para consumo humano. A alternativa nessas áreas são as aluviões, restritas às calhas dos grandes rios, que podem atender em parte as necessidades de pequenos núcleos populacionais ribeirinhos.

A sequência siluro-devoniana da Bacia do Meio Norte, ao contrário, constitui uma das maiores reservas de águas subterrâneas da região Nordeste. O caráter cíclico da



sedimentação proporcionou a existência de espessos aquíferos como os arenitos das Formações Cabeças e Serra Grande, capeados respectivamente pelas Formações Longá e Pimenteiras, com secções mais argilosas e impermeáveis. O mergulho das camadas para o centro da Bacia propiciou o confinamento desses aquíferos, criando condições de artesianismo nas áreas de ocorrência das formações capeadoras. De uma maneira geral as águas dos aquíferos são de boa qualidade, pouco mineralizadas, raramente alcalinas. A captação nos aquíferos livres mais superficiais requer maiores cuidados, devido a contaminação de cloretos dos solos ou de dejetos, quando o nível freático estiver próximo à superfície do terreno.

Devido a grande espessura e extensa área de recarga, a Formação Serra Grande representa o aquífero mais importante da Bacia. Consiste de arenitos grosseiros e conglomerados, com ocasionais intercalações de finas camadas argilosas. Na maioria dos afloramentos os arenitos são friáveis, pobremente cimentados e intensamente diaclasados, o que aumenta consideravelmente as características de permeabilidade do aquífero. Localmente fenômenos secundários como silicificação, podem concorrer para redução da produtividade. Os poços 1CO-01-PI e 1CO-02-PI perfurados na cidade de Cocal, na área de recarga do aquífero Serra Grande, apresentaram recuperação lenta do nível freático, consequência da baixa permeabilidade dos horizontes de arenitos silicificados atravessados nos dois poços. Águas coletadas em poços e fontes naturais apresentaram-se ácidas, extremamente moles, e pouco mineralizadas, Kegel, (op.cit.). Este caráter hidroquímico é mais ou menos constante, como consequência da relativa homogenei

dade litológica do aquífero. Toda a faixa de afloramentos da Formação Pimenteiras é prospectiva para perfuração de poços surgentes no aquífero Serra Grande, à profundidade entre 150 e 200 metros.

A parte média da Formação Cabeças consiste de arenitos de grã média com melhores características de permeabilidade que as secções superior e basal, que apresentam intercalações de folhelhos e siltitos. Nos afloramentos os arenitos mostram-se friáveis, com pouco cimento e intensamente diaclasados. Águas coletadas neste aquífero são um pouco ácidas, fracamente mineralizadas e pouco alcalinas, Kegel (op cit). Próximo às intrusivas básicas o arenito torna-se ferruginoso, podendo eventualmente a água tornar-se imprestável para certos fins industriais. A cidade de Piracuruca é abastecida por um único poço tubular perfurado na área de recarga do aquífero Cabeças, fornecendo água de boa qualidade. A área de recarga do aquífero Cabeças é bem menor que a área da Formação Serra Grande, porém a topografia é menos acidentada e o escoamento superficial é quase desprezível em relação ao volume de águas meteóricas infiltradas. Mesmo na faixa de afloramentos é possível encontrar algum aquífero confinado pelos folhelhos inter-estratificados nas partes superior e basal, desde que o poço seja locado em posição topográfica e estrutural favoráveis. A faixa de afloramentos da Formação Longá é prospectiva para poços artesianos no aquífero Cabeças. Quanto maior for a penetração do poço, tanto maior será a vazão obtida, principalmente se a completação for na secção média da Formação. Para empreendimentos maiores, a faixa de afloramentos da Formação Longá oferece a opção de se po -

der penetrar os aquíferos Cabeças e Serra Grande, com profundidades entre 350 e 500 metros.

Dentro das formações Pimenteiras e Longá encontram-se intercalações por vezes cíclicas de arenitos de grã fina, os quais podem estar confinados por capas de folhelhos ou siltitos argilosos, podendo atender a projetos localizados nas respectivas faixas de afloramentos, quando não forem requeridas grandes taxas de vazão. Na cidade de Burití dos Lopes há três poços tubulares, produzindo água por surgência dos aquíferos do tópo da Formação Pimenteiras. A água apresenta forte odor de  $H_2S$  oriundo da alteração de pirritas disseminadas no próprio aquífero. O papel mais importante desempenhado por essas formações no esquema hidrogeológico da Bacia é o confinamento que proporciona aos aquíferos Serra Grande e Cabeças.

A cobertura arenosa do Grupo Barreiras forma uma superfície aplainada suavemente inclinada para o mar, e consiste de areias de grã média à grosseira, mal classificadas, limpas ou em parte argilosas. Apresentam maiores variações de fácies que os aquíferos da sequência paleozóica, bem como problemas de contaminações locais pelas águas salobras das marés e das lagoas próximas à zona litorânea. O substrato impermeável, formado ora pelo calcário da Formação Pirabas, ora por rochas do embasamento cristalino, inclina-se de uma maneira geral na direção do mar, porém o fluxo hidrodinâmico naquela direção é algo complexo em virtude da irregularidade da superfície de contato. A ausência de estratos argilosos intercalados nos clásticos grosseiros não proporciona a exis-

tência de aquíferos cativos em nenhuma das áreas de ocorrência. O aquífero é via de regra pouco espesso, entre 30 e 35 m no máximo, não permitindo a perfuração de poços profundos.

Os corpos de areias de dunas e paleo-dunas ocorrem por quase toda faixa litorânea, recobrando os sedimentos arenosos do Grupo Barreiras e em alguns lugares, rochas granitóides e quartzíticas. São excelentes aquíferos, formados de areias de grã média, limpas, bem classificadas. A ausência de um substrato impermeável torna esses corpos de areias um aquífero indiviso com as areias terció-quaternárias subjacentes. No poço LLC-01-PI em Luiz Correia, a perfuração teve início em veios de dunas intercalados com areias grosseiras até a profundidade de 18 m. Entre 18 e 23 m, passam para areias amarelas e argilosas, provavelmente do Grupo Barreiras. A água recuperada nos testes de bombeamento é de boa qualidade, tornando-se dura logo após ter sido penetrado o topo da Formação Pirabas aos 23 m de profundidade.

O Rio Parnaíba apresenta grandes extensões de aluviões de grã grosseira, podendo ser aproveitadas em parte para construções de poços tipo amazonas, tal como se fez na aluvião do Rio Acaraú, para abastecimento da cidade de Sobral. As águas perenes do Parnaíba garantem a realimentação do aquífero durante todo o ano, podendo-se obter taxas de vazão maiores que nos aquíferos do Grupo Barreiras. Nas épocas de chuva, entretanto, o nível freático se eleva quase ao nível dos terrenos, obrigando um controle de qualidade com dosagens de matéria orgânica ou mais precisamente da presença de microrganismos patogênicos. À jusante da confluência com o rio Iga

raçu há influência das marés, elevando a salinidade dos aquíferos aluvionares acima dos padrões de potabilidade. Nos demais rios da região, as aluviões são restritas ao leito de estiagem. É possível encontrar em alguns trechos depósitos aluvionares com desenvolvimento suficiente para suprimento de pequenos núcleos populacionais.



8 - CONCLUSÕES E  
RECOMENDAÇÕES

## 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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 anateixitos 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 stratigráfica 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 de fácies xistos verdes, alcançados pelos epi-metamorfitos da Unidade "A". As áreas mapeadas como Unidade "B", em que pese a extrema diversidade litológica, exibem sempre associações mineralógicas típicas da fácies almandina-anfibolito. Em toda a área mapeada do embasamento é notória a franca dominância das sequências pelíticas e psamíticas, com participação subordinada de sequências carbonáticas.

b - 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.

c - Os dobramentos, excetuando-se a região de Ibuguaçu e General Tibúrcio, 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.

d - Do ponto de vista geo-econômico as rochas do embasamento pré-Cambriano na área em foco, mostraram-se aparentemente estéreis não evidenciando concentrações econômicas de nenhum bem mineral de interesse. Deve-se destacar as possibilidades de novas ocorrências cupríferas, do tipo Pedra Verde, ligadas aos falhamentos que seccionam os filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano e especialmente as áreas de contato tectônico filito/Formação Aprazível. As ocorrências cadastradas de ferro, manganês e cobre, não reúnem condições que motivem o seu aproveitamento econômico.

Na área ocupada pelos sedimentos paleozóicos da Bacia do Meio Norte os trabalhos do Projeto Jaibaras tiveram um caráter de revisão e integração de diversos trabalhos anteriores, não se registrando evidências que induzissem a modificações ou subdivisões na coluna estratigráfica clássica da Bacia. Destacamos as grandes reservas de água subterrânea característica desta sequência sedimentar, e as inúmeras alternativas de captação oferecidas pelos seus diversos aquíferos.



As sequências de depósitos cenozóicos que ocupam toda a faixa costeira, com penetrações de até 40 km para o interior foram definidas em seus termos litológicos e estratigráficos. Novas ocorrências de calcários da Formação Pirabas foram assinaladas na área do baixo Parnaíba, aumentando as possibilidades de seu aproveitamento industrial para produção de cimento portland.

As concentrações de areias ilmeníticas na faixa costeira mostraram-se esporádicas e ocasionais, sempre com teores muito baixo e não justificam investimentos adicionais em pesquisa. Uma análise dos resultados alcançados pelos trabalhos do Projeto Jaibaras nesta área apenas confirma as limitadas possibilidades da mesma com referência a recursos minerais. Ainda assim, alguns aspectos devem ser destacados e recomendados para pesquisa e aproveitamento.

a - Pesquisa detalhada das possibilidades de novas mineralizações cupríferas do tipo Pedra Verde, nas áreas de filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano, especialmente nas zonas de falhas e nos contatos com a Formação Aprazível.

b - Aproveitamento racional das imensas reservas de água subterrânea da Bacia do Meio Norte.

c - Pesquisa e aproveitamento industrial dos calcários da Formação Pirabas, o que aliás já está sendo tentado por parte de uma empresa privada.

9 - REFERÊNCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G.A. - Bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de petróleo. PETROBRÁS, DIREX, RENOR, Relat. inédito, |s. ident. |, Rio de Janeiro, dez., 1969.
- ALMEIDA, F.F.M. - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1967. (Boletim 241).
- \_\_\_\_\_ - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. Soc. Bras. Geologia. 1969. p.29-46.
- BEURLIN, K. - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. Belém, Museu Paranaense Emílio Goeldi, 1958. (Boletim 5).
- BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. - Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife, Inst. Ciênc. Terra, 1964. p. 2-14. |Arquivo nº 2 do Instituto Ciências da Terra|.
- BLANKENNAGEL, R.K. - Geologic report on the eastern margin of the Maranhão Basin. PETROBRÁS, Relat. inédito, |s. ident. |. Rio de Janeiro, 43 p., 1952.
- BRANNER, J.C. - Geology of the north-east coast of Brazil. Bull. Geol. Soc. of America, New York, 13: 41-98. 1902.
- BRAUN, O.P.C. - Contribuição a geomorfologia do Brasil Central. 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 Maranhão. Os Netromorphitae (Leiofusidae). Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1965. (Notas preliminares de estudos, 129).

CAMPBELL, D.F. et alii - Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. Cons. Nac. Petróleo, Rel. inédito, Rio de Janeiro, 1949. (Boletim 1).

CAMPOS, A. - Contribuição ao estudo do Grupo Barreiras no Rio Grande do Norte. Natal, Univ. Fed. Rio Grande do Norte, Inst. Antrop. Câmara Cascudo, 1969. 14 p. |Arquivos do Instituto de Antropologia Câmara Cascudo|.

COLLINS, J.J. & LOUREIRO, A.R. - Relatório da prospecção de cobre - Pedra Verde - Viçosa do Ceará. Indústria Sul Americana de Metais S/A. Relat. inédito, |s. ident.|, São Paulo, 1961 - 1962.

\_\_\_\_\_ - A metamorphosed of precambrien supergene copper. Economic Geology. Lancaster, 66 (1): 192 - 9, jan./fev. 1971.

FERREIRA, C.S. - Notas sobre os sedimentos calcários de Carutapena, Maranhão. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1960. (Boletim 115).

\_\_\_\_\_ - Contribuição à geologia e paleontologia do baixo Parnaíba, no Estado do Piauí - Formação Pirabas, Mioceno Inferior. Belém, Inst. Nac. Pesq. da Amazônia,

Museu Paranaense Emílio Goeldi, 1964. (Boletim 9).

FERREIRA, E.O. - Carta tectônica do Brasil. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., 1972. (Boletim 1).

FERREIRA, J.A.M. - Reconhecimento geológico do norte do Piauí. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., 1967. (Série Geologia Regional, 2).

FUZIKAWA, K. - Trabalhos de prospecção de urânio na Bacia do Piauí. In: Anais do XXII Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. Soc. Bras. Geologia, 1968. p. 89-92.

GOMES, F.A. - Fossas tectônicas do Brasil. In: Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 1968. p. 255-270 (Suplemento nº 40).

KATZER, F. - Geologia do Estado do Pará (Brasil). Trad. por Frei Hugo Mense. Anotações de Avelino Inácio de Oliveira e Pedro de Moura. Belém, Museu Paranaense Emílio Goeldi. 1933. p. 1 - 269 (Boletim 9).

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).

\_\_\_\_\_ - Lamelibrânquios da Formação Potí (Carbonífero inferior) do Piauí. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Div. Geol. Miner., 1954. (Notas preliminares de estudos, 88).

\_\_\_\_\_ - Água subterrânea no Piauí. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1955. (Boletim 156).

\_\_\_\_\_ - 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).

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.

MARINI, J.O.; FUCK, R.A.; TREIN, E. - Intrusivas básicas jurássico - cretáceas do primeiro planalto do Paraná. In: BIGARELLA J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, U.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. 307 - 324. (Boletim Paranaense de Geociências, 23 a 25).

MAURY, C.J. - Fósseis Terciários do Brasil. Rio de Janeiro, Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1924. (Monografia 4).

MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C. - Estratigrafia das bacias

paleozóica e cretácica do Maranhão. Trad. de Carlos W.M. Campos. Boletim Técnico da PETROBRÁS, Rio de Janeiro 7 (2): 137 - 164, abr/jun., 1964.

OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.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. - Manganês em Ubatuba, noroeste do Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Relat. inédito. (s.ident.), Recife, 1963.

PLUMMER, F.B. - Estados do Maranhão e Piauí (geologia): Brasil. Rio de Janeiro, Cons. Nac. Petróleo. 1948. p.87-134 (Relatório de 1946).

QUEZADO, J.A. - Jazida de ferro de Itaúna, município de Granja, Ceará. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., Relat. inédito, Fortaleza. 1949. (Relatório técnico 989).

\_\_\_\_\_ - Jazida de cobre de Pedra Verde, Ceará. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., Relat. inédito, Rio de Janeiro. 1949. (Relatório técnico 960).

REZENDE, W.M. - Bacia do Maranhão. Estudos dos processos de intrusões e extrusões de magmas básicas. PETROBRÁS, Setor de Exploração/SRAZ, Relat. inédito, Rio de Janeiro, out,

1964. (Relatório nº 228).

SANTOS, M.E.C.M. - Equinóides cretáceos do Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1958. (Boletim 179).

SANTOS, R.S. & TRAVASSOS, H. - Contribuição à paleontologia do Estado do Pará. Peixes fósseis da Formação Pirabas. Rio de Janeiro. Dep. Nac. Prod. Min., Div. Geol. Miner., 1960. (Monografia XVI).

TURNER, F.J. & VERHOOGEN, J. - Igneous and metamorphic petrology. 2<sup>a</sup> ed., New York, McGraw Hill, 1960.

WHITE, C.A. - Contribuição à paleontologia do Brasil. Rio de Janeiro, Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro, 1887. 273 p.

WILLIAMS, H.E. - Notas sobre a geologia e recursos minerais do norte do Ceará. Rio de Janeiro. Min. Agric., Serv. Geol. Miner., 1926. (Boletim 16).

WINKLER, H.G.F. - Petrogenesis of metamorphic rocks. 2<sup>a</sup> ed. revised., New York, Springer Verlag, 1967.





Foto 1 — Unidade "C" do pré-Cambriano. Afloramento isolado de migmatito homogêneo em Pedra do Sal, na Ilha Grande de Santa Isabel. Este afloramento representaria a parte mais setentrional da macroestrutura denominada "horst" de Granja.



Foto 2 — Aspecto típico do granito porfiróide tipo Chaval. Notar os cristais hipidiomórficos de feldspato imersos em matriz granoblástica.

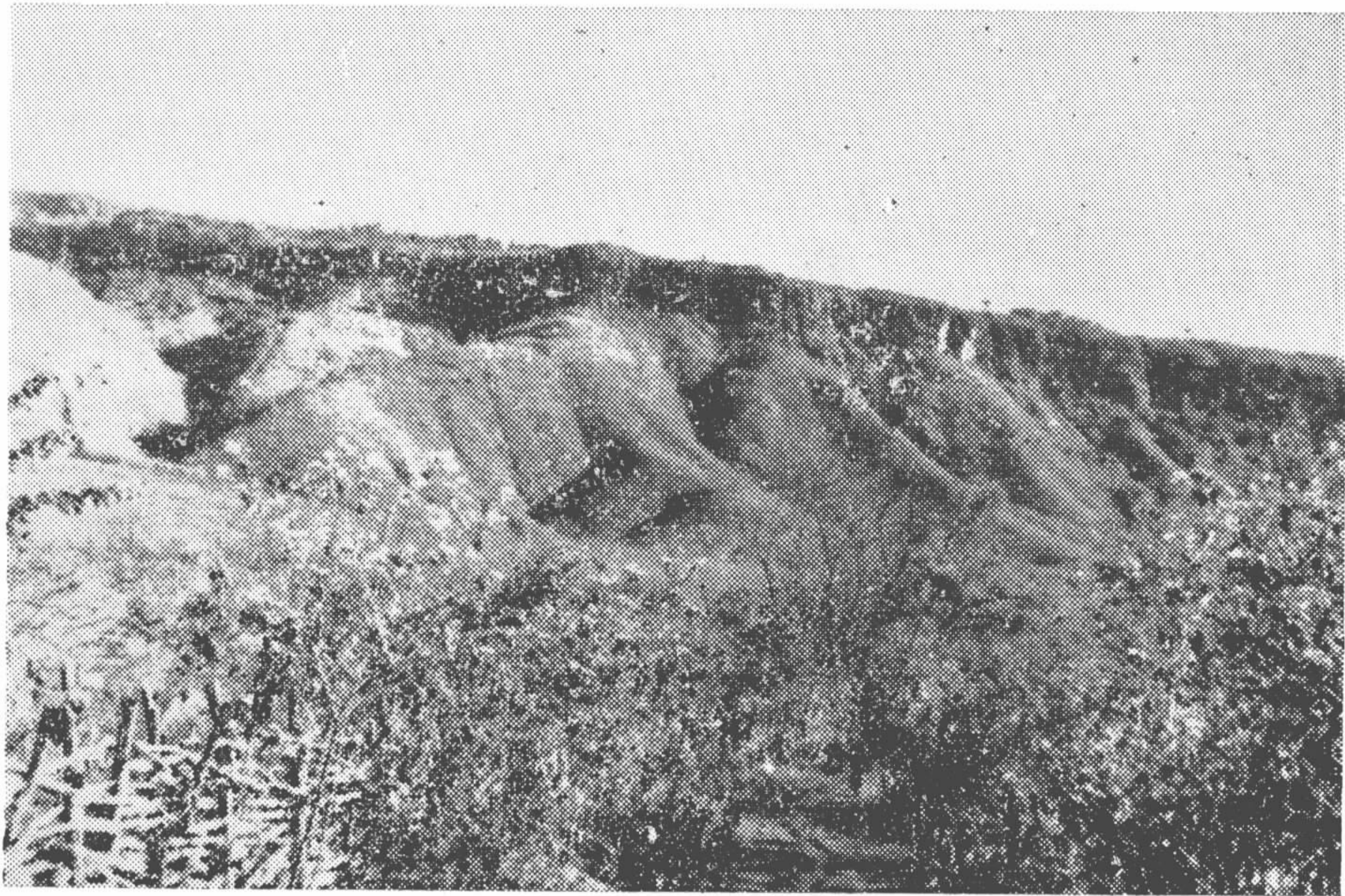


Foto 3 — Relevo de pé de escarpa típico, na encosta da Serra da Ibiapaba, na região de Pedra Verde. Notar os ravinamentos profundos e a capa de arenitos da Formação Serra Grande, que assenta discordantemente sobre os filitos da Unidade "A" do pré-Cambriano.

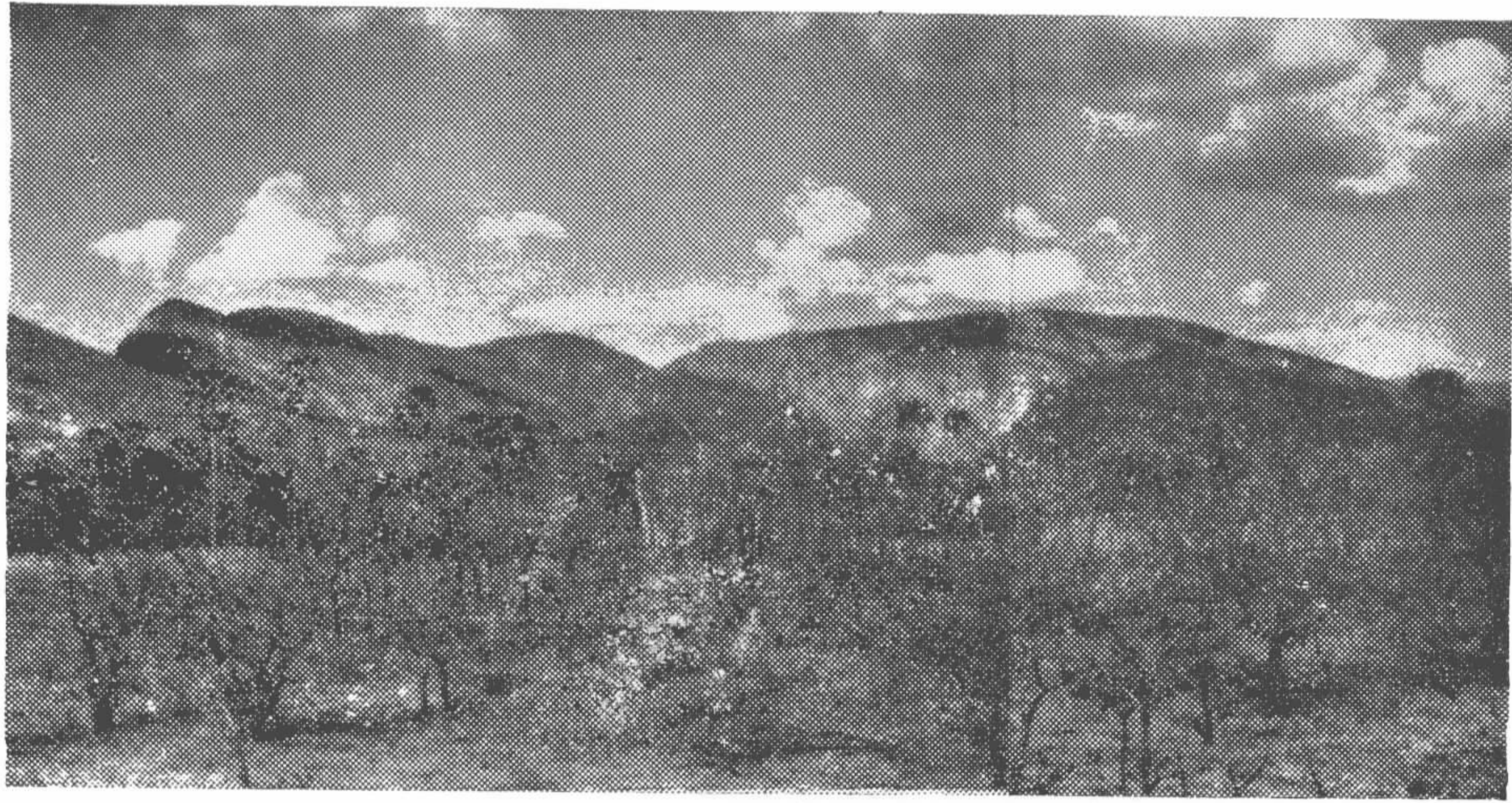


Foto 4 — Unidade "A" do pré-Cambriano. Sequência de quartzitos da Serra de Ubatuba com linha de escarpa de falha verticalizada, com elevação do bloco ao fundo, no centro da foto. Notar, no lado esquerdo da foto, os "hog backs" formados pelas cristas quartzíticas, que mergulham para SE.



Foto 5 — Unidade "A" do pré-Cambriano. Pequena falha inversa em banco quartzítico laminado e intercalado na sequência de filitos. O plano de falha tem mergulho para SE, e as dobras de arrasto indicam claramente o movimento de acavalamiento do bloco da esquerda da foto sobre o da direita. Escarpa da Serra da Ibiapaba a SE de Ibuguaçu.



Foto 6 — Formação Aprazível. Conglomerado polimitico brechóide, não estratificado, com seixos sub-angulosos de quartzito, filito com malaquita e arenito arcoseano, aflorante na margem esquerda do Riacho Buirá, próximo a ocorrência de cobre de Pedra Verde.



Foto 7 — Formação Serra Grande. Estratificação cruzada cuneiforme em banco areno-siltico intercalado na sequência de arenitos com estratificação paralela sub-horizantalizada. Estrada Cocal-Viçosa do Ceará.



Foto 8 — Formação Pimenteiras. Alternância característica de finos estratos horizontalizados de siltitos e folhelhos. Estrada Burití dos Lopes — São Domingos.



Foto 9 — Formação Longá. Intercalação de siltitos, em estratos mais espessos, e folhelhos laminados, sub-horizontalizados. Estrada Volta da Jurema a Tinguís de Cima.



Foto 10 — Aspecto típico de afloramento em blocos, em superfície plana, dos corpos diabásicos, na região de São Domingos.



Foto 11 — Aspecto típico da esfoliação esferoidal nos blocos de diabásio aflorantes na Estrada Volta da Jurema-Tinguís de Cima. A alteração do diabásio origina um solo argiloso cinza escuro, comumente denominado massapê.

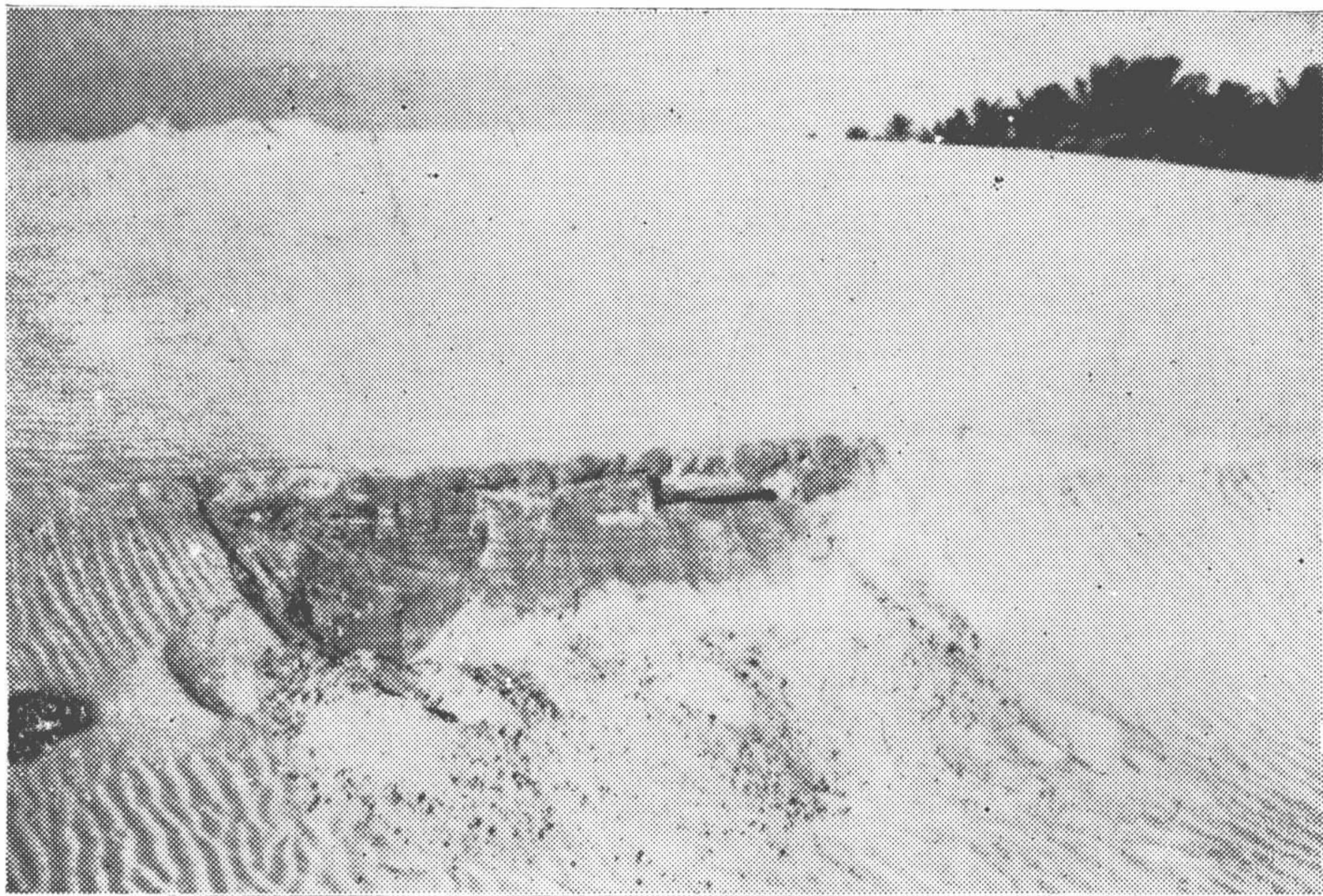


Foto 12 — Níveis cinza escuros de minerais pesados nas areias brancas de grã fina e bem classificadas, constituintes de dunas móveis. Zona litorânea de Bitupita.



Foto 13 — Dunas móveis tipo barcana, no litoral maranhense. Sul das Ilhas Canárias, no município de Araisos.

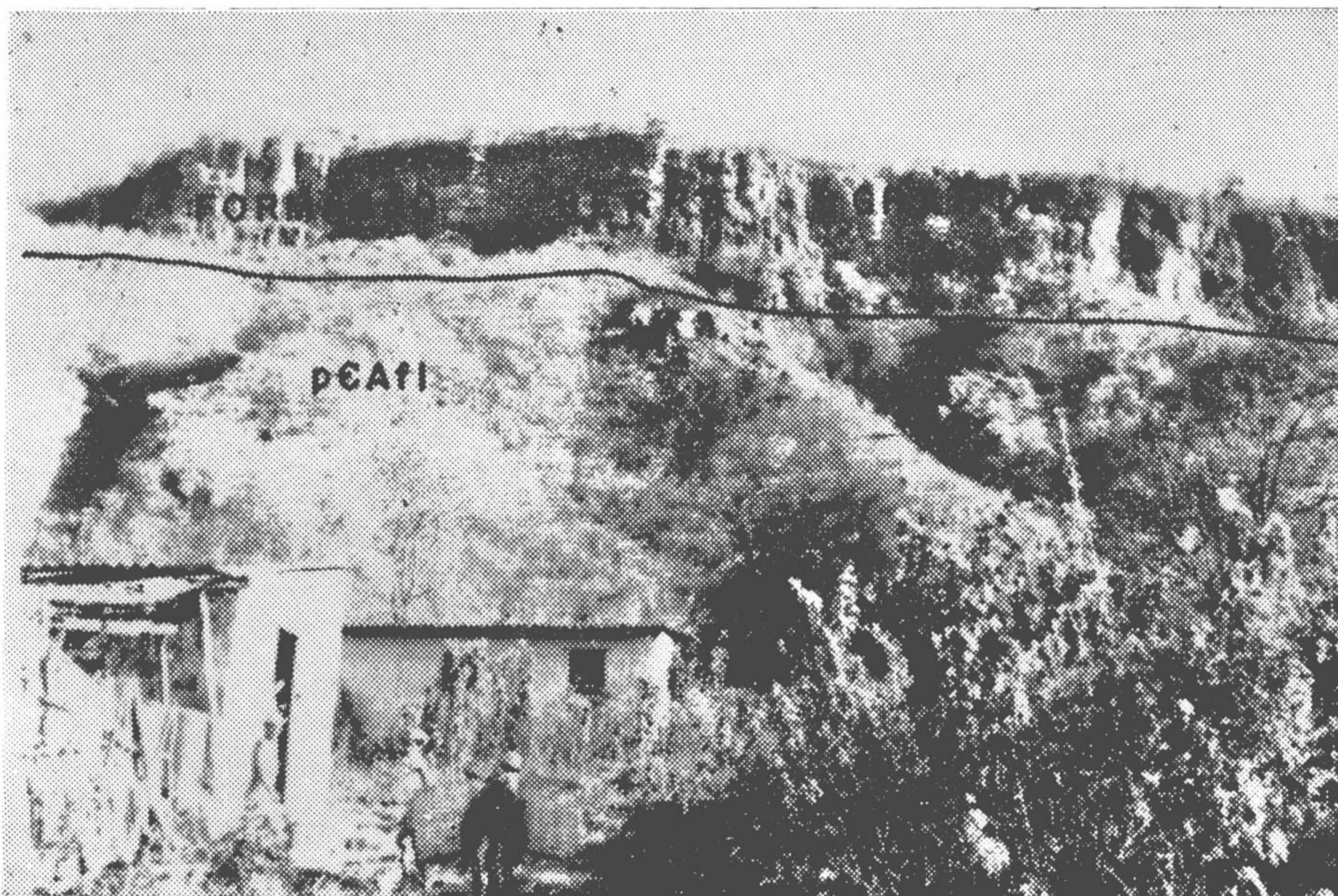


Foto 14 — Ocorrência de cobre de Pedra Verde, no grotão no centro da foto, em filitos milonitizados da Unidade "A" do pré-Cambriano, coberta discordantemente pelos arenitos, horizontalizados da Formação Serra Grande.

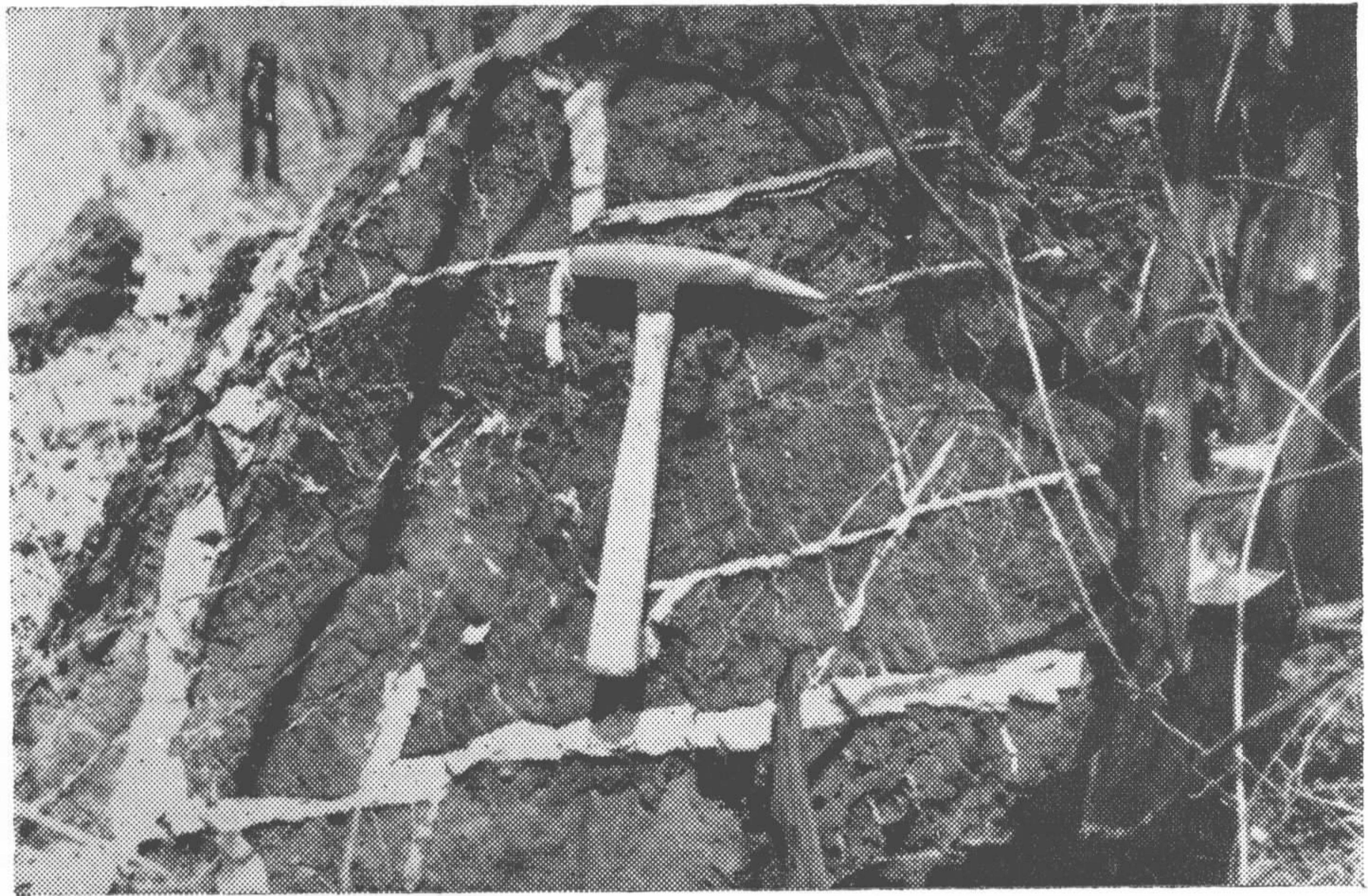


Foto 15 — Bloco de minério de manganês recortado por veios de quartzo leitoso, preenchendo sistema de fraturas. Ocorrência de manganês da Fazenda Oitis, na escarpa da Serra da Ibiapaba, à sudoeste de Ibuguaçu.



PROJETO JAIBARAS - VOL. III

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>
1	15	discursão	discussão
3	6	determina	determinam
19	18	desencandeou-se	desencadeou-se
34	10	com 1 ou 2 km	com um a dois km
36	16	inhumada	inumada
37	30	porduz	produz
44	30	natureza enérgia	natureza enérgica
61	24	carácter	caráter
101	22	restrigiu	restringiu
114	1	planicia	planície
114	17	ocasionam	ocasiona
114	21	refluxo das correntais	reflexo das correntes.
126	2	desencandeou-se	desencadeou-se
126	12	epeirogenica	epirogênica
136	1	ferra	ferro
144	1	exsitencia	existência