

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

# PROJETO FORTALEZA

RELATÓRIO PRELIMINAR

PARTE I - ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

PARTE II - ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA

VOLUME I

Ivonuel F. Bacchiogga  
Fernando da S. Prado  
Marcelo de F. Medeiros




COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

SUPERINTENDENCIA REGIONAL/RECIFE

1975

I-96

 CPRM	<b>SUREMI</b> SEDATE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	490-5
N.º de Volumes:	3 v.: 1
OSTENSIVO	

PHL. 011032

## PROJETO FORTALEZA

Chefe do Projeto: Ivanuel Fortunato Bacchiegga —

Equipe Executora: Antonio Marcos Vitória de Moraes ✓

Fernando da Silva Prado ✓

Marcelo de Freitas Medeiros ✓

Pedro Alcântara B. Ribeiro do Vale ✓

Colaboração Especial: Aroldo Alves de Mello

# PROJETO FORTALEZA

## RELATÓRIO PRELIMINAR

### ÍNDICE DOS VOLUMES

#### Vol. I - ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA - PARTE I

Introdução

Evolução dos Conhecimentos Geológicos

Clima, Vegetação e Solos

Geomorfologia

#### ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA - PARTE II

#### Vol. II - CADASTRAMENTO MINERAL - PARTE III

Recursos Minerais da Área

Ficha de Cadastro Mineral

#### Vol. III - CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO - PARTE IV

Resumo dos Trabalhos

Índice Bibliográfico

Índices Remissivos

Listagem dos Trabalhos não consultados

#### ANEXOS - PARTE V

Mapas-Índice da Bibliografia

Mapas-Índice das Ocorrências Minerais

Mapas Fotogeológicos

## APRESENTAÇÃO

O presente Relatório Preliminar, marca o início da fase operacional do Projeto Fortaleza.

O mesmo visa especificamente mostrar os resultados da análise fotogeológica, compilação e síntese de todos os trabalhos e informações disponíveis sobre a área do Projeto em apreço.

Os dados foram apresentados em 3 volumes, dos quais o primeiro trata da análise bibliográfica e fotogeológica e parte introdutória; o segundo versa sobre os recursos minerais da área; e, o terceiro abrange os dados relativos ao cadastramento bibliográfico e anexos.

Desta forma, nas três unidades são encontrados cerca de sessenta e oito resumos de trabalhos consultados, mais de trezentas fichas de cadastramento mineral, índices remissivos e bibliográficos, apreciação sobre a geologia e recursos minerais da área, mapas índices dos trabalhos realizados na área do Projeto, mapas fotogeológicos básicos e mapa de localização das minas, jazidas e ocorrências minerais.

Todo este acervo foi exposto de maneira sistemática, concisa e objetiva, de modo a propiciar um melhor atendimento às consultas que se farão durante o transcurso das diversas fases do Projeto.

## SUMÁRIO

### PARTE I - ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA

#### 1 - INTRODUÇÃO

##### 1.1 - Considerações Gerais

##### 1.2 - Metodologia

#### 2 - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS

#### 3 - CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS

##### 3.1 - Clima

##### 3.2 - Vegetação

##### 3.3 - Solos

#### 4 - GEOMORFOLOGIA

### PARTE II - ANÁLISE FOTOGEOLÓGICA

#### 5 - COMENTÁRIOS GERAIS

#### 6 - UNIDADES FOTOGEOLÓGICAS

##### 6.1 - Granitóides

##### 6.2 - Gnaisses granitizados e migmatitos

##### 6.3 - Gnaisses com calcários e quartzitos

##### 6.4 - Quartzitos e filitos

##### 6.5 - Granitos tipo Meruoca

##### 6.6 - Grupo Jaibaras

###### 6.6.1 - Formação Massapê

###### 6.6.2 - Formação Pacujá

###### 6.6.3 - Formação Parapui

###### 6.6.4 - Formação Aprazível

##### 6.7 - Formação Serra Grande

- 6.8 - Grupo Apodi
  - 6.8.1 - Formação Açú
  - 6.8.2 - Formação Jandaira
- 6.9 - Intrusivas básicas
- 6.10 - Grupo Barreiras Indiviso
- 6.11 - Sedimentos litorâneos
  - 6.11.1 - Sedimentos marinhos
  - 6.11.2 - Sedimentos de praia
- 6.12 - Aluviões

7 - ESTRATIGRAFIA

8 - ASPECTOS ESTRUTURAIIS REGIONAIS

PARTE III - CADASTRAMENTO MINERAL

- 9 - RECURSOS MINERAIS DA ÁREA
  - 9.1 - Comentários Gerais
  - 9.2 - Principais Jazidas e Minas
    - 9.2.1 - Diatomito
    - 9.2.2 - Argila
    - 9.2.3 - Calcário
    - 9.2.4 - Caulim
    - 9.2.5 - Espodumênio
    - 9.2.6 - Muscovita
    - 9.2.7 - Ametista
  - 9.3 - Principais Ocorrências
    - 9.3.1 - Diatomito
    - 9.3.2 - Grafita
    - 9.3.3 - Cianita

9.3.4 - Amianto

9.3.5 - Talco

9.3.6 - Barita

9.3.7 - Vermiculita

9.3.8 - Caulim

9.3.9 - Minérios de Pegmatito

9.3.10 - Manganês

9.3.11 - Ferro

9.4 - Potencialidade econômica da área

10 - FICHAS DE CADASTRAMENTO MINERAL

PARTE IV - CADASTRAMENTO BIBLIOGRÁFICO

11 - RESUMO DOS TRABALHOS

12 - ÍNDICE BIBLIOGRÁFICO

13 - ÍNDICES REMISSIVOS

13.1 - Índice temático

13.2 - Índice toponímico

14 - LISTAGEM DOS TRABALHOS NÃO CONSULTADOS

PARTE V - ANEXOS

I - Mapa-índice dos trabalhos executados na  
escala 1:100.000.

II - Mapa-índice dos trabalhos executados nas  
escalas 1:250.000 e 1:500.000.

III - Mapas fotogeológicos da área do Projeto na  
escala 1:250.000.

IV - Mapas de localização dos recursos mine-  
rais da área do Projeto na escala  
1:250.000.





## PARTE I - ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA



## 1 - INTRODUÇÃO



## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - Considerações Gerais

O Projeto Fortaleza foi concebido pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, através da Solicitação de Serviço DNPM/CPRM nº 86/74, de 21/10/74.

As atividades pré-operacionais, tais como a aquisição de materiais aerofotográfico e bibliográfico, bem como, elaboração e detalhamento do "Pert", foram principiadas no fim daquele ano para o começo deste. Entretanto, a análise preliminar da bibliografia e o início da fotointerpretação tiveram lugar em meados de janeiro do ano corrente, após o primeiro recrutamento do pessoal executivo do Projeto.

Oficialmente, o início operacional do Projeto (data zero = 10 na programação "PERT") foi fixado em 01 de fevereiro de 1975. Até então pouca coisa se tinha como realização efetiva pertinente a primeira fase operacional propriamente dita.

Os objetivos finais do trabalho são o mapeamento geológico sistemático regional, na densidade de informação da escala 1/250.000; cadastramento de ocorrências minerais com vistas a angariar subsídios para a seleção de áreas para posterior detalhamento; definição do controle estrutural das mineralizações; fornecimento de dados geológicos regionais para o aprimoramento futuro das folhas ao milionésimo



SA.24 (Fortaleza) e SB.24 (Jaguaribe); e, finalmente, contribuir para o reconhecimento geoquímico e prospecção aluvionar regional. Nesta fase inicial, os objetivos primordiais foram o completo levantamento da bibliografia e ocorrências minerais existentes na área do Projeto e o estudo fotogeológico básico, com a confecção de mapas fotogeológicos preliminares.

A área do Projeto Fortaleza, aproximadamente  $53.000\text{km}^2$ , está incluída em quase sua totalidade na região norte do Estado do Ceará, com exceção de uma pequena porção no Estado do Rio Grande do Norte (menos de 1% do total) (Fig. 1). Corresponde a quatro (4) folhas de  $1^\circ \times 1^\circ 30'$ , compreendidas entre as coordenadas geográficas  $37^\circ 30'$  e  $40^\circ 30'$  de longitude oeste, e,  $3^\circ 00'$  e  $5^\circ 00'$  de latitude sul, quais sejam SA.24 - Y - D (Sobral), SA.24 - Z - C (Fortaleza), SB.24 - V - B (Quixadá) e SB.24 - X - A (Aracati).

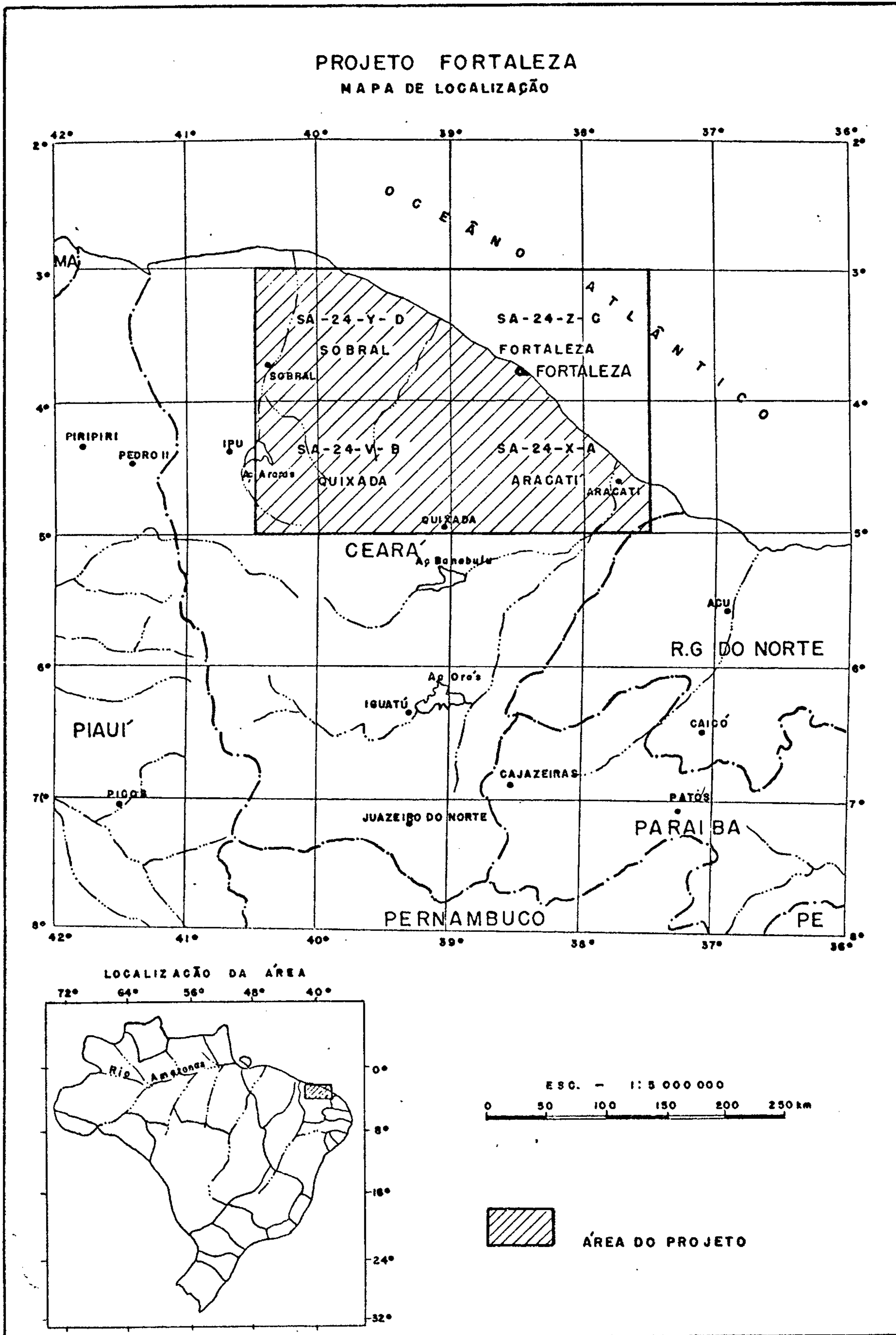
## 1.2 - Metodologia

A elaboração do presente relatório obedeceu às normas prescritas no Manual Técnico do DNPM e Instruções Técnicas 29, 30, 31 e 32 da CPRM. A Instrução Técnica 29 por sua vez, foi criada conforme o disposto na PNB-66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

As publicações utilizadas foram adquiridas no setor de documentação da CPRM-Agência Recife e nas Bibliotecas do 4º

# PROJETO FORTALEZA

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO





Distrito do DNPM, Instituto de Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, SUDENE e Secretaria de Obras e Serviços Públicos (SOSP) do Estado do Ceará.

As obras consultadas foram resumidas de maneira concisa e seletiva, dando-se ênfase ao que de mais significativo foi apresentado pelos autores sobre a geologia e aspectos geoeconômicos da área do Projeto.

Os trabalhos que versam sobre a área, não consultados, por não terem sido encontrados, foram listados no fim do cadastramento bibliográfico, não figurando nos índices remissivos e bibliográficos.

No estudo fotogeológico básico foram utilizadas fotografias aéreas verticais, na escala 1:70.000, obtidas em 68/69 pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul-SACS. Foram utilizados na fotointerpretação, estereoscópios de Espelho WILD e estereoscópios de bolso DFV e SOKKISHA.

Inicialmente foram marcadas nos "overlays" todos os elementos planimétricos, grande parte da toponímia e a drenagem com detalhes até terceira ordem, a fim de auxiliar na identificação dos padrões fotogeológicos.

Na fotointerpretação, iniciada simultaneamente com a análise bibliográfica, procurou-se delinear todas as feições estruturais e unidades fotogeológicas. Estas foram determinadas através da integração dos padrões texturais e tonais, características da cobertura vegetal, estágio de

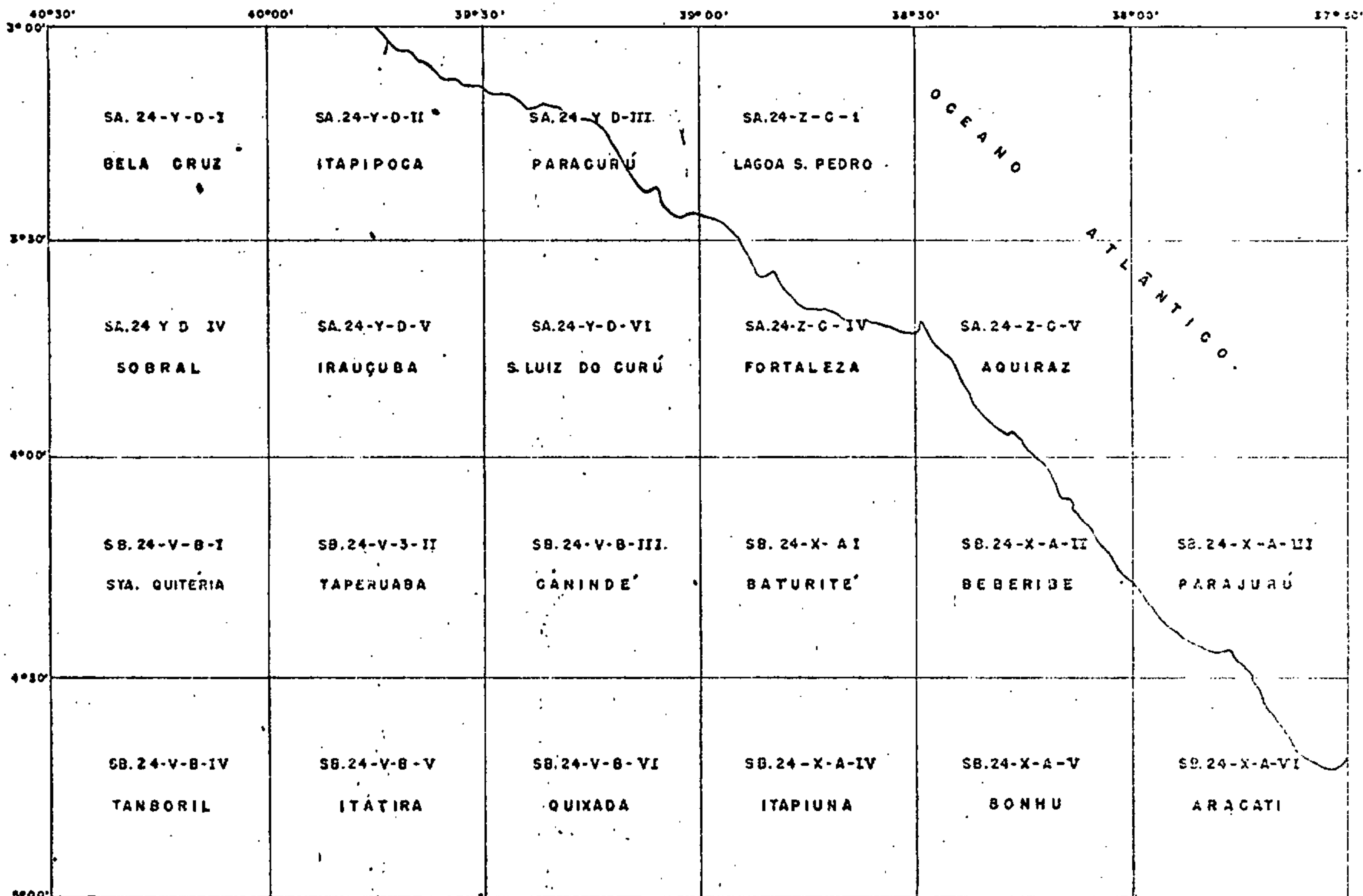


erosão, aspecto morfológico, tipos de drenagem e dados de campo obtidos através de um rápido reconhecimento geológico realizado na área do Projeto.

Como base planimétrica usou-se inicialmente as cartas planimétricas na escala 1:100.000 da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército e SUDENE (Fig. 2). Os mapas fotogeológicos calcados nestas folhas foram reduzidos fotograficamente para a escala 1:250.000. As reduções fotográficas foram agrupadas e os dados fotogeológicos transpostos para as quatro folhas planimétricas previamente elaboradas na escala 1:250.000, a saber SD.24-Y-D (Sobral), SA.24-Z-C (Fortaleza), SB.24-V-B (Quixadá) e SB.24-X-A (Aracati).

# PROJETO FORTALEZA

ARTICULAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS - ESCALA - 1:100 000



CPRM - PROJETO FORTALEZA - Relatório Preliminar - IVANUEL F. BACCHIEGGA

1975

FIGURA 2







## 2 - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS



## 2 - EVOLUÇÃO DOS CONHECIMENTOS GEOLÓGICOS

Os primeiros trabalhos sobre a geologia e ciências a fins referentes a região do Projeto tiveram início no princípio deste século, mais precisamente em 1902, quando Braner, teceu comentários sobre a geologia do Nordeste. Até então, as referências sobre o Estado do Ceará eram escassas e se resumiam à reportagens ou relatórios muito genéricos sobre ocorrências de minérios ou aspectos geográficos.

As citações mais frequentes sobre a geologia, hidrologia e fisiografia dos Estados do Nordeste, notadamente no Estado do Ceará, começaram a aparecer em 1910, com os trabalhos da então "Inspeção de Obras Contra as Secas". Neste mesmo ano, o "Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil" dava início aos trabalhos de elaboração de mapas topográficos e de reconhecimento geológico num esforço conjunto com aquela inspeção, onde atuaram profissionais competentes, tais como: Williams; Crandall (32); Oliveira; Paes Leme; Small; Sopper; entre outros.

A primeira fase dos trabalhos geológicos da região foi, portanto, marcada pela atuação dos órgãos da administração federal, Inspeção de Obras Contra as Secas e Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, onde se destacaram principalmente geólogos estrangeiros. Estes trabalhos, dada a amplitude dos mesmos em termos regionais ou mesmo interestaduais, de cunho pioneiro, têm o seu mérito não somente pelo

valor histórico que apresentam mas, também, pela contribuição científica que foi dada ao estudo da região.

O advento da pesquisa mineral e extrações de minérios estratégicos, desencadeada no Nordeste durante os últimos anos da Segunda Guerra Mundial e pós-guerra, até o final da década de 1950, suscitou o interesse pela região. Destacaram-se os trabalhos de Leonardos, (37,38,39,40); Moraes; Simplício (43); Souza (62); Rolff; Glycon de Paiva, entre outros. Estes trabalhos, de caráter local ou regional, deram uma contribuição mais significativa à geologia do Ceará, haja visto serem mais objetivos, visando o reconhecimento geológico, a pesquisa mineral e o estudo de ocorrências, e inspirados na política de aproveitamento mineral ditada pelo Departamento Nacional da Produção Mineral. Nesta mesma década, simultaneamente, o Conselho Nacional do Petróleo desenvolveu trabalhos específicos nas bacias sedimentares costeiras do Rio Grande do Norte e do Ceará, através de Andery (5). Prospectava possíveis ocorrências de hidrocarbonetos fósseis, contribuindo desta forma para o estudo geológico da região do Projeto.

Na década de 1950, a região foi praticamente esquecida. Os trabalhos elaborados foram predominantemente de âmbito geral, pouco contribuindo para a geologia local. Destacaram-se os profissionais Blankennagel (PETROBRÁS); Jonhston Jr. (33); Coelho (28); Kegel (34, 35 e 36); Scorza; Pouchain (55), dentre outros, com a realização de estudos so-

bre ocorrências minerais, geologia do Estado do Ceará, bacia do Maranhão e bacia costeira do Rio Grande do Norte, com reflexos na área do Projeto.

Nos anos que se seguiram à década de 1960, os trabalhos referentes à área do Projeto sofreram novo impulso. Desta feita, uma profícua atividade geológica se desenvolveu na região. Estudos de estratigrafia, paleogeografia, ambiente e fósseis da bacia Potiguar, e, paleogeográfico do Oceano Atlântico Sul, foram realizados por Beurlen, sob a égide do Museu Mossoroense e da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM (11), e, da CAGE (10). Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil, em escala 1:250.000, executado pelo DNPM/DFPM-LASA, através de Moraes; Barros; e, Ramos (46, 47, 48, 49, 50, 51 e 52). Estudos da bacia costeira do Rio Grande do Norte (34), estrutura geológica do Nordeste (35) e estudos geológicos no norte do Ceará (36), realizados por Kegel; Coelho; e Scorza, através da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM. Estudo estratigráfico e geocronológico do Escudo Cristalino Brasileiro, por Ebert e Brochini; além de outros trabalhos de caráter local e específico destinados a pesquisa de ocorrências minerais. Os primeiros profissionais desta fase nos legaram, portanto, conhecimentos geológicos inestimáveis que têm servido de base para estudos posteriores.

A partir do fim da última década até os dias mais recentes, têm surgido grande número de trabalhos orientados para



problemas regionais específicos, caracterizando uma nova fase de evolução dos conhecimentos geológicos. Salientam-se os levantamentos geológicos e hidrogeológicos do Nordeste, executados pela SUDENE (14, 15, 16, 17 e 18), e outros de menor amplitude, restritos a pequenas áreas, levados a efeito por profissionais formados nas escolas de Geologia e Engenharia de Minas do País (8, 31 e 41).

Nesta última fase são incluídos, também, trabalhos geológicos específicos desenvolvidos na região sob responsabilidade do DNPM (12 e 13), e, outros, de mesma natureza realizados em convênio com a CPRM (30, 54 e 60); como também trabalhos de geologia econômica resultantes de convênios da CPRM com o Governo do Estado do Ceará (44, 45, 53 e 61).

À "priori", pelo exposto, pode-se concluir que os trabalhos da primeira fase, embora de estimável valor histórico, não oferecem maiores subsídios à geologia da região de interesse do Projeto. Na segunda fase, os trabalhos são mais objetivos e específicos, com informações mais detalhadas; dão mais ênfase aos recursos minerais e problemas estratigráficos das bacias sedimentares da área em apreço. E, finalmente, os trabalhos da terceira e última fase, em sua maioria de caráter regional, acompanhados de mapas geológicos, constituem os documentos básicos que servirão de apoio as futuras atividades de mapeamento do Projeto.



### 3 - CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS

### 3 - CLIMA, VEGETAÇÃO E SOLOS

#### 3.1 - Clima

O clima da área, segundo a classificação de Koeppen, apresenta os tipos Aw, Aw', Bsh e Cw'.

Os climas Aw e Aw' são de caráter tropical úmido com chuvas de verão se prolongando pelo outono e inverno seco, se estendendo de janeiro a junho, sendo março o mês de maior pluviosidade. Predominam em toda a faixa costeira constituída pelos quadrantes norte, nordeste, noroeste e parte sudeste da área.

O tipo Bsh caracteriza-se pela semi-aridez, com duas estações nitidamente delimitadas: uma chuvosa, de janeiro a março e outra seca. A época de maior estiagem é nos meses de agosto, setembro e outubro, podendo haver ausência total de pluviosidade. Compreende principalmente as regiões sul e sudoeste da área.

No setor norte da área, correspondente a estreita faixa mais ou menos paralela à costa, representada praticamente pela zona sedimentar, a precipitação pluviométrica varia entre 1.000 e 1.300 mm/ano, sendo que a maior incidência das chuvas se verifica nas proximidades das cidades de Fortaleza, centro meridional da área, e Acaraú, ponto extremo a noroeste da área. A temperatura média anual oscila em torno de 26° e 27°C, sendo a média das máximas mais altas verifi

cadras em outubro, novembro e dezembro com temperatura de até 32,0°C e a mínima mais baixa em julho com 20,9°C (82).

De um modo geral as chuvas diminuem do litoral para o interior. Na porção sul, as precipitações pluviométricas são mais escassas ficando compreendidas entre 600 e 800mm anuais, ultrapassando estes valores somente nas proximidades das cidades de Quixadá (900mm) e Guaramiranga (1670mm). A temperatura média oscila entre 24,4°C e 27,6°C, sendo os meses de média máxima outubro e novembro com 34,3°C, e mínima de 22,5°C, em abril e maio.

Vale salientar a presença de microclimas em determinados pontos onde se verificam anteparos formados pelos maciços cristalinos, os quais são responsáveis pela elevação dos ventos, seu resfriamento e condensação, provocando precipitações abundantes. A cidade de Guaramiranga, situada na serra de Baturité, a 854m acima do nível do mar, constitui um exemplo deste fenômeno climatológico. Aí, o clima é do tipo Cw' mesotérmico, com estação chuvosa no verão-outono e estação seca no inverno. Os ventos úmidos procedentes do litoral ocasionaram uma precipitação média anual (1912-1966) de 1976,9 milímetros. No mesmo período, verificou-se uma temperatura média anual de 20,6°C, dando em janeiro, mês mais quente, a média de 21,2°C, e em julho, mês mais frio, 19,6°C. A serra da Meruoca constitui um outro exemplo de região onde ocorre o clima Cw'.

Nas áreas aplainadas e rebaixadas do cristalino a inci-



dência pluviométrica é menor.

### 3.2 - Vegetação

Na área do projeto a vegetação pode ser agrupada, de uma maneira geral, em duas populações distintas.

Nas partes mais elevadas, constituídas pelas serras de Baturité e Meruoca, onde predomina o clima mesotérmico Cw', desenvolve-se uma vegetação exuberante, de mata úmida, com porte variando de 8 a 20 m, destacando-se os espécimes: frei jorge, cedro, pau d'arco, torém, mulungú, ingá, cajazeira, andiroba, embira branca, entre outros.

A segunda população ocupa a região tropical sob domínio climático do tipo Bsh e as zonas áridas e semi-áridas formadas pelos tipos climáticos Aw e Aw'. Caracteriza-se pela presença de plantas tipicamente de porte baixo, ocasionalmente médio, arbustiva ou rasteira. Entre as espécies mais importantes podemos citar: oiticica, marmeleiro, mofumbo, jurema branca, jurema preta, mororô, sabiá, umbuzeiro, pau branco, imburana, pereiro, catingueira, velame, matapasto, juazeiro, unha de gato, xique-xique, mandacaru, palmatória, pinhão, etc.. Alguns destes indivíduos são mais frequentes no clima tropical enquanto outros se identificam melhor no clima árido, sem contudo se verificar ausência total dos mesmos nas duas zonas climáticas.

Em muitas regiões há um relacionamento entre a vegeta-

ção e o solo ao qual está condicionada, formando, muitas vezes, verdadeiras colônias alóctones dentro de zonas com predominância de outros indivíduos. Nas regiões baixas aplainadas, de solo arenoso, e nas áreas de aluviões dos riachos e rios, que são alagados periodicamente nas épocas das chuvas, predominam as carnaubeiras, palmáceas de grande importância sócio-econômica na região.

É fato notório o reflorestamento de grandes áreas pelo cajueiro, culturas de banana, cana-de-açúcar, mandioca, frutíferas, pastagens para gado, etc..

### 3.3 - Solos

Os solos existentes na área estão mais condicionados diretamente à litologia e relevo do que mesmo ao clima. Dadas suas características físicas, natureza, espessura e composição mineralógica estes foram classificados em três grupos: lateríticos, semiáridos e azonais.

Os solos lateríticos, geneticamente, mais ligados ao clima quente e úmido, aparecem nas superfícies mais elevadas impostas aos tipos climáticos Aw e Aw' e, ocasionalmente, Bsh. Constituem uma capa relativamente contínua, ora com espessura superior a 2 m, ora constituindo uma fina película até o seu total desaparecimento nas bordas das "serres graníticas" e nas baixadas arenosas. Estes solos são ainda incipientes e aparecem com frequência nos tabuleiros

constituídos por sedimentos do Grupo Barreiras, sedimentos do Grupo Jaibaras e regiões aplainadas, do "bed-rock".

O tipo semiárido é o solo característico e predominante da região nordestina. São solos poucos espessos, imaturos, pedregosos com uma película mínima de matéria orgânica. Ocorrem com frequência nas encostas, tornando-se mais espessos quando estimulados pelo clima, a exemplo dos solos das serras de Baturité e Meruoca. Nas proximidades dos "barreiros" ou das lagoas estes solos tornam-se salinos ou alcalinos (solos "solontchk"), geralmente cobertos por uma vegetação seletiva. Nos interflúvios da drenagem ele é praticamente nulo.

Os solos azonais (aluviais ou em formação) são característicos de superfícies baixas correspondentes aos vales dos grandes rios e seus terraços aluviais. São solos arenosos e/ou argilosos, de caráter local, sendo muitas vezes pedregosos e isentos de matéria orgânica.

Nas áreas onde há decomposição de rochas calcárias (chapada do Apodi e região de Redenção), micaxistos e filititos, o solo originário é avermelhado e bastante argiloso, contaminado por óxido de ferro. Os anfibolitos e metabasitos, encontrados na Bacia Jaibaras e ao sul de Madalena, originam um solo cinza escuro e altamente argiloso (massapê). Os solos desenvolvidos sobre as rochas gnáissicas, graníticas e migmatíticas são basicamente arenosos e/ou areno-argilosos, com tonalidades claras.



#### 4 - GEOMORFOLOGIA

#### 4 - GEOMORFOLOGIA

As feições morfológicas da área variam desde as planícies costeiras e aluviais, com 6 metros de cota, até as serras com altitudes superiores a 1.000 metros. Estas feições foram agrupadas em quatro unidades morfológicas.

A primeira e principal unidade corresponde a um extenso peneplano de rochas cristalinas e cenozóicas drenadas pelos sistemas Acaraú, São Luís do Curú, Choró e Baixo Jaguaribe e desenvolvido a partir dos níveis de base dos referidos rios. Este peneplano apresenta uma elevação constante e gradual desde o litoral, com cotas na faixa de 10 a 20 metros, passando a 50 e 60 metros e alcançando valores de até 200 metros no limite sul da área do Projeto.

No litoral é representada pelos terrenos cenozóicos de cobertura do Grupo Barreiras, que ocupam uma faixa de largura variável (de 5 até 50 km) ao longo da costa, com invaginações para o interior, tal como ocorre nos rios Jaguaribe e Acaraú. Correspondem a uma ampla superfície tabular que se inicia na costa e ascende gradativamente para o interior e cujos limites meridionais são quase sempre delineados por linhas de escarpas de traçado sinuoso e irregular. Na parte ENE da área do Projeto, esta superfície de tabuleiros costeiros passa sem solução de continuidade para uma zona de tabuleiros arenosos com altitudes máximas de até 200 m, muito amplo e pouco ondulado. Esta superfície de idade pliocê-

nica (Andrade, 1965) foi ao mesmo tempo, originada por ablação do cristalino e por acumulação, num mesmo plano, de material erodido. Nesta região são comuns exemplos desta mesclagem do "glacis" de abrasão e do "glacis" de deposição, aquele correspondente às rochas do embasamento e este aos depósitos cenozóicos.

No interior, esta unidade profundamente esculpida, corresponde a toda região aplainada, montada sobre rochas migmatíticas e gnaisses granitizados, de solo arenoso delgado, evoluindo para formas de relevo suaves e arredondadas em áreas de litologias menos homogeneizadas. Segundo Costa et alii (30), na região do Açude Araras, na parte centro ocidental da área, encontram-se resíduos desta superfície aplainada com cotas em torno de 200 metros. O autor supra citado denominou-a localmente como Superfície Araras.

Esta extensa superfície de aplainamento, correlacionável a Superfície Velhas de King foi toda ela entalhada a partir de uma superfície somital ou cimeira, representada pelas serras de Baturité e Umburanas, com altitudes de até 1.150 metros. Esta superfície cimeira é correlacionável à Superfície Pós-Gondwana de King.

A segunda unidade, entalhada também em rochas precambrianas, representa testemunhos da superfície Sulamericana de King, inteiramente dissecada com o abaixamento sucessivo do nível de base regional. Corresponde a um tipo de relevo montanhoso com cotas até 1.000m. Nela situam-se os

maciços granitóides de Baturité, Itapagé-Uruburetama, Rosário-Meruoca e Quixadá, além de uma cadeia de serras de gnaisses granitizados com direção geral N-S, e que tem como limites meridional e setentrional, respectivamente, o povoado de Madalena e a cidade de Irauçuba. Localmente, esta cadeia de serras recebe nomes como serras das Umburanas, da Consulta, do Corredor, do Feijão, etc. Nesta região o relevo assume aspecto extremamente recortado, com rede de drenagem curta e densa, do tipo dendrítico.

Nas encostas dos maciços granitóides, com exceção do de Quixadá, com desníveis de até 800 metros em relação ao peneplano circundante, predominam escarpas abruptas e antilados nús e com vales em "V" entulhados por enormes blocos e calhaos oriundos dos desmontes das mesmas. No topo das serras, entre altitudes de 700 - 1.000 metros, o relevo conserva-se bastante movimentado e áspero, porém desenvolvem-se vales abertos, com solo residual espesso e que em virtude da umidade permanente são intensamente cultivados. O corpo granodiorítico de Quixadá, englobado nesta unidade, apresenta um relevo típico de "inselbergs", que é o caráter dominante da região. Enquanto os "inselbergs" provenientes das rochas graníticas são maciços, com formas de pão de açúcar clássico, os que provém do corpo de Quixadá tem formas mais despedaçadas, às vezes ruiformes. Mostram também caracteres particulares como a presença de cavidades hemisféricas sobre os fortes declives e presença de cortes horizon

tais de rupturas e lages de esfoliação.

Destacam-se ainda nesta unidade as linhas de cristas, quartzíticas e filitosas de mergulhos fortes, autênticos "hogbacks", paralelas a estrutura regional da área. As cristas em vias de exumação encontram-se recortadas em boqueirões profundamente escavados nas sequências mais brandas, caracterizando um relevo jovem e áspero. Exemplo típico são as cristas quartzíticas de Boqueirão do Cezário, com direção NE-SW.

Na parte sudeste da área, ocupada pelos sedimentos cretácicos da Bacia Potiguar, situa-se a terceira unidade morfológica. Esta unidade, embora trabalhada também no plioceno, constitui uma típica superfície estrutural, onde destaca-se a chapada do Apodi, limitada por linhas de escarpas de traçado sinuoso e irregular formando "cuestas". O relevo suavemente ondulado, mergulha fracamente para o mar. Este suave mergulho da Bacia, para este, foi atribuído a um abaumlamento da superfície Sulamericana de King em direção à costa, devido ao levantamento epirogenético do escudo nordestino.

A faixa costeira propriamente dita, descrita como a quarta unidade, é recoberta por cordões de dunas vivas, que jazem tanto sobre as "barreiras" como dunas fixas, mais antigas. Nas desembocaduras dos principais rios, se desenvolvem extensas baixadas formadas por acumulação aluvial, que são verdadeiros alagamares, através dos quais as marés pene



tram até grandes distâncias, para o interior, remontando o fundo dos vales. Nesta unidade podem ser enquadradas as planícies holocênicas mormente dos cursos inferiores dos rios Jaguaribe, Choró, Curú e Acaraú. São terras baixas, em sua maior parte alagadiças, que abrigam lagoas rasas e uma drenagem anastomática com frequentes canais meandriiformes.



PARTE II - ANÁLISE FOTOGEOLOGICA



## 5 - COMENTÁRIOS GERAIS

## 5 - COMENTÁRIOS GERAIS

Durante os estudos das fotografias aéreas foram individualizadas diversas unidades fotogeológicas, cujos critérios de separação se basearam principalmente nas suas propriedades fotográficas peculiares, tais como forma de relevo, sistema de drenagem, características estruturais, tonalidade e textura fotográfica. Evidentemente, que algumas dúvidas pairam quanto à caracterização e individualização de algumas dessas unidades, pois as descrições das características fotogeológicas costumam apresentar certas inexatidões quanto à terminologia descritiva. Este fato entretanto encontra inteira justificativa quando se lembra que a percepção de tais características fotogeológicas, assim como a sua avaliação em conjunto são elaborações em grande parte por demais subjetivas. Lembramos ainda que na fotointerpretação o que realmente interessa não são as características em si, isoladas, mas em conjunto, quando possibilitam a individualização, com uma margem de precisão, das unidades fotogeológicas que posteriormente com verificações de campo serão mantidas ou alteradas.

\* \* \*

A adoção de certos termos litológicos e unidades decorreu das precárias informações bibliográficas existentes e de alguns dados do reconhecimento geológico de campo, bem como da convivência com alguns problemas litológico-estruturais da área contigua ao sul do Projeto Rio Jaguaribe. Den

tro do possível, tentou-se fazer uma correspondência entre as unidades fotogeológicas individualizadas nesta etapa de trabalho com as diferentes unidades caracterizadas nos raros trabalhos de âmbito regional existentes na área do Projeto. Com exceção dos estudos realizados pelos geólogos do Projeto Jaibaras, os restantes são puramente fotogeológicos e geralmente apresentam uma associação de litologias diferentes, indicando apenas a área de predominância das mesmas e não traçando seus contatos.

Algumas unidades caracterizadas localmente na fotointerpretação não puderam ser lançadas nos mapas fotogeológicos, em face da incompleta separação das mesmas nas fotos aéreas, resultando na sua englobação por outras unidades maiores. Assim por exemplo, a utilização do termo granitóide deve-se já o fato de que, usualmente rochas de filiação granítica costumam apresentar variações de composição notáveis, mesmo no seio de um único maciço.

6 - UNIDADES FOTOGEOLOÓGICAS

## 6 - UNIDADES FOTOGEOOLÓGICAS

### 6.1 - Granitóides

Cerca de 20% da área do Projeto Fortaleza é ocupada por esta unidade, que ocorre nas folhas de Sobral, Aracati e Quixadá, e é representada mormente pelos complexos Itapagé-Irauçuba, Santa Quitéria-Tamboril, Baturité, Quixadá e Madalena.

O complexo Itapagé-Irauçuba apresenta-se como um corpo alongado na direção geral NE-SW, e tem sua parte mais larga ou ampla na região das cidades de Itapagé e Uruburetama. Para sudoeste vai se afunilando e ao alcançar o vale do rio Aracatiaçu sofre uma virgação para a direção N-S e adentra a folha de Quixadá com a forma aproximada de um quadrado, cujo lado ocidental é a falha do Rio Groairas que o separa do Complexo Santa Quitéria-Tamboril.

O Complexo Santa Quitéria-Tamboril, de forma aproximadamente elipsoidal, com eixo maior de direção NW-SE ocupa toda a região oeste da folha de Quixadá, cerca de 1/3 da área total da mesma. Engloba as regiões das cidades de Santa Quitéria, Tamboril, Monsenhor Tabosa, e do açude Araras. Este corpo tem como limite oriental, a falha do Rio Groairas, que o trunca visivelmente.

O complexo de Baturité possui a forma aproximada de um retângulo orientado na direção SW-NE e situa-se no limite

norte das folhas Aracati e Quixadá. Sua maior área de afloramento ocorre no extremo noroeste da folha Aracati. Engloba a região serrana de Baturité, Guaramiranga, Pacoti, Mulungú e Palmácia.

Morfologicamente esta unidade apresenta dois compartimentos bem distintos: um relevo bastante movimentado, onde se destacam regiões serranas com altitudes de até 1.000 metros; e outro formado por áreas peneplanizadas, com cotas em torno de 200-300 metros, contendo localmente "inselbergs".

A feição de relevo movimentado tem sua expressão máxima na área mais ampla do Complexo Itapagé-Irauçuba; ao sul do Complexo de Santa Quitéria-Tamboril entre as cidades de Tamboril e Monsenhor Tabosa; e no Complexo de Baturité. Estas regiões serranas apresentam desníveis da ordem de 600 a 800 metros em relação ao peneplano regional e são geralmente limitadas por escarpas e paredões abruptos ou de declive acidentado, dificultando sobremaneira o acesso aos níveis mais elevados, onde domina uma superfície extremamente acidentada. São frequentes a presença de vales profundos e paralelos nas áreas de borda, orientando-se geralmente na direção SE-NW encaixados nas linhas preferenciais de fraturas e exibindo um escalonamento progressivo até cotas superiores. Feição morfológica característica desta região serrana são vales abertos de contornos semi-circulares esculpidos nos contrafortes mais elevados das montanhas. Estabele-



ceu-se nestas áreas elevadas, um sistema de drenagem paralela, condicionado às linhas de intenso fraturamento da rocha, com direção NW-SE dominante. Esta feição é conspícua nas serras de Camará e do Frade no Complexo Itapagé-Irauçuba, e na serra das Matas no Complexo Santa Quitéria-Tamboril.

As zonas íngremes e escarpadas aparecem nas fotos aéreas com tonalidades cinza escuro e textura áspera aberta, com morfologia ruiforme refletindo a abundância de blocos soltos e matações nas encostas. As zonas menos movimentadas e os fundos dos vales apresentam tons cinza, textura densa, fina e clara, e são intensamente cultivadas, caracterizando a presença de um manto de edafização bastante desenvolvido.

O compartimento morfológico representado por áreas aplainadas, localmente com "inselbergs", ocupa as partes este do Complexo Itapagé-Irauçuba e centro-norte e oeste do Complexo Santa Quitéria-Tamboril.

No Complexo Itapagé-Irauçuba, os "inselbergs", na foto aérea, apresentam-se como corpos sub-circulares a elipsoidais, com tonalidades claras, texturas excepcionalmente áspera, denunciando a presença de grandes blocos soltos e áreas de rocha nua. A geometria peculiar destes corpos condiciona o desenvolvimento de um típico modelo de drenagem anular radial. As áreas sub-aplainadas, fotograficamente, possuem características texturais suaves, localmente áspera, e tonalidade cinza, com manchas esbranquiçadas, causa-

das possivelmente pela presença de um fino solo argiloso cinza escuro proveniente da alteração de "resisters" anfíbolí-ticos presentes no Complexo. O sistema de drenagem desta área sub-aplainada comandado primariamente pelo rio Aracatiau e subordinadamente pelo rio Riachão, ambos de curso marcadamente N-S, exhibe um modelo de drenagem dendrítico aberto.

A região sententrional do Complexo Santa Quitéria-Tamboril morfológicamente caracteriza-se por um modelado colinoso suave a sub-aplainado, com algumas formas remanescentes de antiga superfície de erosão grosseiramente nivelada a "Superfície Araras" de Costa et alii (30). Fotograficamente predomina tons cinza escuro e textura suave, reflexo de uma cobertura vegetal de médio porte relativamente homogênea e distribuída em um padrão de densidade uniforme. Nos vales dos rios e riachos é comum a presença de matas galerias, conferindo uma textura fotográfica marcadamente áspera. O sistema de drenagem da área comandado pelos rios Jacarutu, Acaraú, Batoque e dos Macacos, nos seus elementos secundários e terciários revelam um frequente condicionamento ao sistema de fraturamento NW-SE existente na área. Exhibe um modelo de drenagem marcadamente retangular na região das cidades de Tamboril e Catunda, evoluindo para uma drenagem dendrítica-retangular na área da cidade de Santa Quitéria.

Na área próxima ao açude Araras, individualiza-se restos de uma típica superfície apainada antiga com limites recor

tados em pequenas escarpas, com drenagem rarefeita indicativa de condições de boa porosidade e boa drenagem interna. Fotograficamente, esta feição morfológica apresenta-se em tons cinza escuro, textura densa e intensamente cultivada, indicando a existência de um solo relativamente desenvolvido.

O Complexo de Quixadá que ocupa as regiões circunvizinhas a cidade homônima, possui uma forma elipsoidal cujo eixo maior tem direção NE-SW. Morfológicamente configura-se por uma grande quantidade de "inselbergs", dominando uma região bastante plana e arrasada. Os "inselbergs" apresentam um relevo bastante recortado, às vezes ruiformes, com a presença de cavidades hemisféricas sobre os fortes declives. Fotograficamente estes corpos com encostas desprovidas quase totalmente de vegetação, exibem uma tonalidade clara e textura áspera, devido à exposições de rocha nua. Em contraste marcante com as zonas desnudadas dos "inselbergs", as áreas aplainadas de um modo geral apresentam-se fotograficamente em tons cinza escuros, textura densa e uma vegetação arbustiva bem desenvolvida. Ocasionalmente ocorrem manchas claras, esbranquiçadas com textura suave e inexistência de cobertura vegetal.

Na região a sul do povoado de Madalena ocorre um verdadeiro complexo diorítico associado a rochas anfibolíticas. Apresenta um relevo aplainado e na foto aérea de um modo geral exhibe tonalidade cinza escura, com vegetação arbustiva

não uniforme. Nas zonas sem vegetação o solo originário dos metabasitos aparece nas fotografias aéreas com tons esbranquiçados. Provavelmente devido ao solo argiloso, proveniente da alteração dos dioritos e anfibolitos o modelo de drenagem é do tipo dendrítico fino e denso.

Do ponto de vista tectônico-estrutural, a unidade de granitóides é excessivamente monótona e a sua homogeneidade litológica reflete-se na diluição dos alinhamentos estruturais e ausência de elementos planares, quando observada em foto aérea. Não se observa por outro lado preferência por situações estruturais específicas, com a frente de granitização englobando indistintamente áreas dobradas ou não. Apenas no Complexo de Santa Quitéria-Tamboril foi possível visualizar nas fotos aéreas alguns alinhamentos estruturais evidenciados na maioria das vezes por pequenas cristas, provavelmente relictos quartzitos ou por prováveis níveis de rochas calcossilicatadas não absorvidas pela granitização.

Litologicamente esta unidade engloba além de granitóides indiferenciados, os seguintes corpos de composição litológica definida: Granito da serra dos Matas, entre as cidades de Tamboril e Monsenhor Tabosa; Complexo granodiorítico de Quixadá; sienito da serra de Tucunduba, à nordeste da cidade de Senador Sá; Complexo diorítico-gabróide, situado ao sul da cidade de Aracoiaba; e o Complexo diorítico de Madalena, à sul do povoado homônimo.

Morais et alii (46,47,48,49,50,51,52),

SUDENE/ASMIC

(14) e SUENE (15,16,17,18) posicionaram estas rochas granitoides do embasamento cratonizado como pertencentes ao Precambriano indiferenciado. Santos et alii (60) além de enquadrar esta sequência de rochas no Precambriano Indiviso, caracterizou-a como embasamento migmatítico-granítico, constituído predominantemente por migmatitos e granitoides diversos.

#### 6.2 - Gnaisses granitizados e migmatitos

Esta unidade domina amplamente em toda a área do Projeto, ocupando cerca de 60% da mesma. Sua distribuição se faz de maneira generalizada, por todas as folhas mapeadas.

Nas folhas Aracati, Fortaleza e Sobral, o relevo se caracteriza por um modelado suave, sub-aplainado com formas remanescentes de antiga superfície de erosão grosseiramente nivelada às cotas dos tabuleiros cenozóicos, e intensamente dissecado pelo atual ciclo erosivo. Os testemunhos desta antiga superfície, na folha Aracati, geralmente são capeados por uma cobertura pouco espessa que de certa forma dificulta a distinção entre formações de cobertura e as rochas cristalinas aplainadas. No atual estágio de dissecação da superfície, a feição dominante é a de vales abertos com solos pobres, imaturos onde estabeleceu-se uma cobertura vegetal rarefeita e de pequeno porte. Fotograficamente exhibe tonalidade clara e textura áspera indicativa do alto grau de

desnudação alcançado. Em contraste marcante com as zonas desnudadas, as áreas remanescentes da antiga superfície apresentam-se fotograficamente em tons escuros, textura densa e capa vegetal de médio porte homogênea e uniforme. A atual retomada erosiva desta unidade, nas folhas Aracati e Sobral, estabeleceu um modelo de drenagem dendrítico relativamente denso, que nas áreas remanescentes da antiga superfície de erosão torna-se relativamente rala e aberta.

A ausência de feições topográficas elevadas nesta unidade na folha de Aracati e parte este da folha Sobral, denuncia pouca variação na sua composição litológica, o que associado a quase ausência de dobramentos primários sugerem uma situação coerente com complexos cristalinos catazonais, de alto grau de metamorfismo e homogeneização.

Na folha de Quixadá, esta unidade, morfologicamente apresenta um relevo bastante acidentado, especialmente na região serrana de Itatira. Nesta área dominam a paisagem as serras do Tamanduã, do Machado, do Céu, Gavião e Gameleira, que localmente devido a presença de cristas quartzíticas, exibem uma morfologia de "cuesta" com direção variável N-S e NW-SE em função da mudança da direção de foliação das rochas. Esta variação de direção, ocasionalmente propícia pelo recuo das escarpas a instalação de amplos anfiteatros de erosão com uma típica inversão do relevo. Fotograficamente exhibe, de um modo geral, tonalidade cinza escura e textura densa e regular, refletindo áreas com intensa cobertura ve-

getal contínua e uniforme. Nas partes sub-aplainadas da folha Quixadá, esta unidade apresenta tonalidade acinzentada e textura suave com desenvolvimento de uma vegetação de médio porte uniforme e relativamente densa. O sistema fluvial comandado principalmente pelos rios Canindê, Curú e Batoque estabeleceu um modelo complexo de drenagem com os elementos secundários e terciários comandados ora pela direção de xistosidade ou foliação das rochas, ora pelo sistema de fraturamento, assumindo um caráter dendrítico retangular conspícuo.

Litologicamente esta unidade é representada por uma gama variável de rochas englobadas genericamente como gnais ses granitizados e migmatitos, com intercalações de rochas quartzíticas e calcossilicatadas, e corpos de metabasitos. Estas rochas quartzíticas e calcossilicatadas, concordantemente encaixadas na sequência, ocorrem em duas áreas principais na folha Quixadá: ao norte e noroeste das cidades de Itatira e Quixadá, respectivamente.

Os corpos de metabasitos, de área insignificante, ocorrem como corpos semi-circulares ou alongados à nordeste e noroeste das cidades de Santa Quitéria e Itapipoca respectivamente, e a leste do povoado de Madalena. Morfologicamente apresentam-se em áreas rebaixadas e com o desenvolvimento de um espesso solo argiloso cinza escuro, praticamente sem vegetação que fotograficamente apresenta tonalidade esbranquiçada e textura suave homogênea.

Basicamente o estilo tectônico desta unidade caracteriza-se pela abundância de dobramentos fechados de forma elipsoidal, ocelar ou semi-circular bem delineados nas fotografias aéreas por "hog-backs" e "dip-slopes" que definem com bastante precisão as terminações periclinais. Esta tectônica plástica desenvolvida principalmente na folha de Quixadá, orienta-se preferencialmente no sentido N-S e NE-WS. Na folha de Sobral e na parte sudoeste da folha de Aracati, estes dobramentos fechados não apresentam uma forma geométrica definida, com ausência quase completa de feições morfológicas planares, reflexo de uma maior homogeneização na constituição litológica.

Esta unidade corresponde ao que Santos et alii (60) denominou de Precambriano "A" migmatítico e Precambriano Indiviso rejuvenescido no Ciclo Brasileiro, representado por gnaisses e migmatitos dominantes. Moraes et alii (46,47,48,49,50,51,52) caracterizou-a como duas sequências distintas: uma constituída de gnaisses incluindo micaxistos, migmatitos, quartzitos e anfibolitos; e outra com migmatitos incluindo calcário cristalino, micaxistos, gnaisses e granitos.



### 6.3 - Gnaisses com calcários e quartzitos

Além da área anteriormente mapeada pelo Projeto Jaibarras, à sudeste do lineamento Sobral-Pedro II, esta unidade ocorre em novas áreas como faixas alongadas e de direções variáveis.

Na folha de Sobral essa faixa se inicia a este do povoado de Juã, com direção N-S, e sofre uma virgação de 90°, à sudeste da cidade de Irauçuba, tomando a direção E-W. Na altura do povoado de Caxitoré sofre nova virgação, voltando a ter a direção original, se estendendo para norte até alcançar a zona de tabuleiros de sedimentos cenozóicos que a recobre, e para o sul até a cidade de General Sampaio.

Na folha de Quixadá esta unidade ocorre em faixas alongadas à sudeste das cidades de Taparuaba e Monsenhor Tabosa, respectivamente com direções NE-SW e N-S; e a este da cidade de Canindé, bordejando o complexo de Baturité.

Nas folhas de Aracati e Fortaleza as faixas desta unidade localizam-se à sudeste das cidades de Redenção e Aracape, e a oeste da cidade de Itapebuçu.

Morfologicamente esta unidade é representada por um modelo bastante movimentado, porém, sem grandes desníveis, onde se destacam como elementos característicos, alinhamentos de cristas de camadas mais resistentes, formando "dip-slopes" e "hog-backs" alongados de direção dominante NS e NE-SW, variando localmente para E-W na área a noroeste do

povoado de Madalena e ao sul da cidade de Irauçuba. É uma feição típica resultante da ação da erosão diferencial sobre um conjunto litologicamente heterogêneo. O sistema de drenagem nos seus elementos secundários e terciários revelam características de superimposição à estrutura como atestam os frequentes boqueirões, (water-gap) talhados em cristas mais resistentes, prováveis quartzitos. Exibe um modelo de drenagem retangular, evoluindo para drenagem dendrítica densa em áreas de provável litologia xistosa. Com exceção dos cursos d'água principais, é notável a ausência de aluviões nos vales dos rios, sugerindo uma fase de intensa dissecação característica de um ciclo erosivo que ainda não atingiu a maturidade. Fotograficamente, esta unidade apresenta características variadas em função da aparente heterogeneidade litológica que a compõe. Regionalmente predomina tons cinza escuro e textura suave, reflexo de uma cobertura vegetal de médio porte, relativamente homogênea e distribuída em um padrão de densidade uniforme.

A noroeste do lineamento Sobral-Pedro II esta sequência representada por espessos pacotes de quartzitos e rochas calcossilicatadas, modela um relevo bastante acidentado com cristas e "hog backs" empinados, que formam cadeias contínuas orientadas segundo a direção NE, terminando na serra do Mucuripe já no vale do rio Acaraú. O topo desta cadeia quartzítica alcança 600-700 metros, portanto com desníveis da ordem de 500 metros, para o peneplano circundante. Foto-

graficamente esta sequência exhibe tonalidade cinza e textura áspera propiciada pela quase ausência de cobertura vegetal e exposição do "bed rock".

Litologicamente como já foi enfatizado, caracteriza-se por uma aparente heterogeneidade. Os padrões fotogeológicos permitem identificar uma alternância de cristas quartzíticas e prováveis gnaisses micáceos, que localmente adquirem caráter xistoso e apresentam intercalações de lentes calcárias. Apenas na área a sudeste das cidades de Acarape e Redenção, foi possível a individualização das lentes calcárias devido à sua possança e morfologia típica.

Esta unidade anteriormente foi caracterizada apenas na área estudada pelo Projeto Jaibaras, onde Costa et alii (30) posicionou-a no Precambriano "B".

#### 6.4 - Quartzitos e filitos

Esta unidade ocupa áreas de dimensões restritas: na folha Sobral a norte da cidade de Massapê e na região do açude Tucunduba; na folha Aracati a oeste da cidade de Itaíçaba e em estreita faixa concordante a estruturação regional, que se inicia à noroeste do povoado da Ibicuitinga e se estende para nordeste, passando pelo povoado Boqueirão do Cezário, e sendo recoberta mais ao norte pelos tabuleiros dos sedimentos cenozóicos.

Morfologicamente esta faixa de Boqueirão do Cezário,

com largura variável de 3 a 8 km, é a seqüência de maior destaque nas áreas de ocorrência desta unidade. Apresenta um relevo acidentado formando cristas paralelas em forma de paredões alinhados segundo direção SW-NE, com vales em V típicos de um estágio erosivo jovem. Individualmente estas cristas constituem "hog-backs" alongados com mergulhos verticais a sub-verticais. A formação de boqueirões é uma feição morfológica típica e como consequência do condicionamento estrutural, domina nesta estreita faixa um modelo de drenagem marcadamente retangular. Fotograficamente predomina tonalidade clara até branca e textura áspera irregular denunciando a extrema pobreza de cobertura vegetal e as características de desnudação dominante nestas faixas quartzíticas estreitas.

Na área a oeste da cidade de Itaiçaba observa-se uma maior presença de rochas brandas no conjunto, dando lugar a uma morfologia mais suave, com vales mais abertos. Acomoda uma drenagem em modelo paralelo evoluindo para feições dendríticas nas regiões com litologias mais suscetíveis a erosão. Prevalecem nas fotos aéreas desta área tons cinza escuro e textura fina e densa, revelando a dominância de uma capa vegetal de médio porte, contínua e homogênea.

Na área ao norte da cidade de Massapê esta unidade exibe um típico modelo de drenagem dendrítica de elevada densidade, característico de litologias filíticas e xistosas. Costa et alii (30) menciona lentes de calcário nas proximi-

dades do açude Apurinã, porém na foto aérea não se observa indícios desta litologia.

A unidade em discussão exhibe na área a oeste da cidade de Itaiçaba, na folha de Aracati, um estilo tectônico estruturado basicamente em uma série de dobramentos apertados e assimétricos com eixos "b" geralmente paralelos. Nesta área o contato com a unidade de gnaisses granitizados se faz através zona de falha. Ao norte de Massapê, segundo Costa et alii (30), esta unidade fotogeológica estrutura-se em um amplo sinclinório, cujos eixos "b" dos pequenos dobramentos estão orientados segundo direção NE-SW com caimento para SW. Ao dobramento primário de modelado simétrico e resultante de esforços compressivos segundo direção NW-SE, sobre-põe-se uma série de dobramentos secundários com eixos "b" orientados segundo direção NNW-SSE e caimento para SE provocando o enrugamento dos flancos e dos eixos das estruturas primárias. Estes dobramentos secundários não têm expressão regional e estão diretamente relacionados com a intrusão granítica da Meruoca. As grandes falhas direcionais que caracterizam a paisagem tectônica da área afetaram intensamente esta unidade, seccionando e truncando os antigos dobramentos.

No que diz respeito aos aspectos litológicos esta unidade é constituída basicamente por sericita-xistos e filitos com intercalações de quartzitos e gnaisses na sua parte basal. Corresponderia estrutural e litologicamente a mesma

faixa de parametamórfitos da região de Orós, consagrada na estratigrafia do Nordeste do Brasil como pertencente a Série Ceará de Crandall (32). Moraes et alii (46,48) caracterizou-a como uma faixa de predominância de quartzitos e filitos, posicionando-a no Precambriano Indiviso. Segundo Santos et alii (60) esta unidade composta de filitos, micaxistos, biotita-gnaisses, incluindo quartzitos, leptinitos e calcários, e pertencente ao Grupo Ceará do Precambriano "A" ocuparia uma área muito mais extensa, com exposições nas folhas Fortaleza, Quixadá e Aracati. Nos trabalhos realizados pela SUDENE (15,16,17,18) esta unidade é correlacionada ao Grupo Seridó, com a individualização das formações Equador (quartzitos) e Seridó (filitos e micaxistos).

#### 6.5 - Granitos tipo Meruoca

Dois importantes corpos graníticos compõem esta unidade. Ocorrem na parte oeste da folha de Sobral e constituem as serras Rosário - Meruoca e da Barriga. A primeira localiza-se a noroeste da cidade de Sobral e apenas uma parte de sua área total está enquadrada dentro da área do Projeto Fortaleza.

Constitui as conhecidas serras da Meruoca e Rosário, unidade morfológica isolada e de maior destaque na região, com altitudes da ordem de 1.000 metros, o que representa um desnível de 800-850 metros da área aplainada que o circun-

da. Apresenta um relevo montanhoso com escarpas abruptas geralmente nuas ou com feições ruiformes caracterizada por blocos de rochas soltos e empilhados de modo aleatório. Nos níveis superiores, apesar do relevo ser movimentado, desenvolve espessa cobertura de solo, intensamente cultivada. As zonas íngremes e escarpadas aparecem na foto aérea com tonalidades cinza escuro e textura áspera aberta. As zonas de menor declive e os fundos dos vales apresentam tons cinza claro e textura áspera aberta.

No seu bordo leste, o corpo granítico Rosário - Meruoca, exhibe contato tectônico com as demais formações do Grupo Jaibaras, através da falha Café Ipueiras. A noroeste da cidade de Massapê, acompanhando o flanco nordeste da serra, este granito é bordejado por rochas do embasamento cristalino, ora em contato tectônico, ora em contato intrusivo, e segundo Costa et alii (30) com o aparecimento de hornfels à cordierita e tipos afins.

Segundo Costa et alii (30) "Petrograficamente o "stock" Meruoca-Rosário apresenta uma surpreendente homogeneidade, praticamente restrito a tipos petrográficos mineralogicamente semelhantes com raras diferenças granulométricas e texturais. A fácies petrográfica dominante é o conhecido granito vermelho da serra da Meruoca. Trata-se de uma rocha de granulação grossa, equigranular e isotrópica de cor vermelha forte; macroscopicamente é constituída de feldspato cor de carne e quartzo, e secundariamente biotita e hornblenda. O

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

O corpo granítico da serra da Barriga, destaca-se como elemento singular na área Precambriana a leste da cidade de Sobral. Morfologicamente apresenta-se como uma elevação isolada, constituindo-se autêntico "inselberg". Na foto aérea apresenta tonalidade cinza-clara, textura excepcionalmente áspera, denunciando a presença de grandes blocos soltos e áreas de rocha nua. A geometria peculiar deste corpo condiciona o desenvolvimento de um típico modelo de drenagem anular radial.

Estruturalmente, representa um "plug" granítico de contorno circular com aproximadamente 3 km de diâmetro e de expressão morfológica marcante, que secciona bruscamente as lineações e estruturas das rochas do embasamento cristalino. O seu posicionamento tectônico e suas características litológicas nos permite classificá-lo como típico granito circunscrito.

Segundo Costa et alii (30) corresponde a um granito de granulação grossa com textura porfirítica e pegmatóide, branco a cinza claro.



## 6.6 - Grupo Jaibaras

No Projeto Fortaleza a área de ocorrência deste Grupo se limita à parte nordeste do denominado "Graben Jaibaras", ampla fossa tectônica que se estende desde a serra da Ibiapaba, fora da área do Projeto, em direção nordeste ao longo do lineamento Sobral-Pedro II, até próximo à cidade de Morrinhos, no baixo curso do rio Acaraú. Deve-se notar o estreitamento existente nesta fossa tectônica, a noroeste da cidade de Sobral, devido à presença do granito circunscrito das serras Rosário e Meruoca.

As unidades que o compõem exibem um condicionamento geotectônico único e bem definido. Estão intimamente associadas a estruturas de afundamento, ao longo dos grandes falhamentos transcorrentes de direção NE - SW.

### 6.6.1 - Formação Massapê

De expressão areal reduzida e localizada nas proximidades da Falha Massapê esta formação ocorre ao norte da cidade de Massapê e sul do Açude de São Vicente.

Segundo Costa et alii (30) "Uma das características marcantes desta formação é a grande variedade de fácies observada nas diversas áreas de ocorrências, revelando uma extrema dependência de seus constituintes de fontes de origens próximas. Normalmente apresenta-se como uma sucessão de ban

cos superpostos, exibindo mergulhos da ordem de 20<sup>o</sup>-25<sup>o</sup> para sul e sudeste, isto é, sempre dirigidos para o eixo principal do graben".

O contato com a unidade superior, Formação Pacujá, se faz de forma gradacional, observando-se interdigitação dos ortoconglomerados polimíticos que a representa, com os arenitos arcoseanos e grauvacas da formação imediatamente sobreposta.

#### 6.6.2 - Formação Pacujá

Constitue-se na unidade predominante do "Graben Jaibaras" e as suas melhores exposições encontram-se no vale do rio Jaibaras. Outras áreas de ocorrências são encontradas a noroeste da cidade de Santana do Acaraú e nos arredores da cidade de Massapê.

Morfologicamente, as áreas de ocorrências apresentam-se aplainadas evoluindo localmente para um relevo colinoso suave. Geralmente é recoberta por um solo arenoso pobre, com capa vegetal praticamente ausente ou restrita a gramíneas ou arbustos de pequeno porte, possivelmente concentrados nas áreas de maior retenção da umidade.

Fotograficamente apresenta-se com tonalidades claras, desde branco a tons cinza claro, textura densa e suave, por vezes mosqueada. Alinhamentos estruturais raramente são notados na foto aérea em consequência da possível homogeneida

de litológica do pacote sedimentar e do desenvolvimento de formas suaves de relevo. Uma das raras exceções observa-se na área a oeste de Sobral, onde o "Graben Jaibaras" sofre um acentuado estreitamento e a Formação Pacujã, comprimida entre o "stock" granítico Rosário-Meruoca e o embasamento cristalino mostra-se dobrado em ampla sinclinal com plunge para sudoeste. Este dobramento que aparentemente é uma estrutura aberrante no contexto tectônico do Grupo Jaibaras relaciona-se provavelmente a reativações posteriores do lineamento Sobral-Pedro II.

Segundo Costa et alii (30) esta formação compõe-se de associação de arenitos líticos, arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos e subordinadamente grauvacas e horizontes conglomeráticos. São sedimentos imaturos de cores roxo-avermelhado, castanho e cinza esverdeado, e juntamente com a Formação Massapê, constituem uma típica sequência molássica continental acumulada em fossas tectônicas.

### 6.6.3 - Formação Parapuí

As rochas vulcânicas da Formação Parapuí tem suas áreas de ocorrências intimamente associadas ao "Graben Jaibaras". As principais áreas de ocorrência localizam-se no vale do rio Jaibaras e na porção norte do graben, entre as cidades de Massapê e o povoado de Parapuí, cobrindo uma área aproximada de 120 km<sup>2</sup>.

Na porção norte do graben, entre Massapê e Parapuí, a morfologia das áreas de rochas vulcânicas é dominada pelas elevações do serrote do Madeiro e do Morro, com altitudes da ordem de 330m, esculpidos em formas suaves, com encosta de declive regular. Alguns derrames espraiam-se nas planícies arrasadas no vale do rio Acaraú e no vale do rio Jaibas. Estes corpos não apresentam constância de formas e distinguem-se fotograficamente mais pelos seus aspectos tonais e texturais do que pelas suas características morfológicas. Exibem tons escuros e textura densa e homogênea. Geralmente as texturas mais abertas correspondem a corpos de tonalidades mais claras em contraste com as áreas de tonalidades escuras e textura densa.

Segundo Costa et alii (30) "A complexa suite de rochas vulcânicas da Formação Parapuí constituem uma típica "Província Petrográfica", apresentando variações contínuas na sua composição desde o polo mais básico, representado por basaltos e diabásios, até o polo mais ácido representado por riólitos". Distingue dois grandes grupos de rochas vulcânicas, a saber:

- a - rochas albitizadas, do complexo espilito queratófiro, denominados "albitofíricas" e compostas quase exclusivamente de tipos efusivos.
- b - Rochas vulcânicas e sub-vulcânicas normais incluindo diabásios, gabros, dacitos, riodácitos, riólitos, quartzo-monzonito e microgranitos. As rochas

vulcânicas consideradas "normais", apesar de conservar basicamente sua composição e textura primária, exibem frequentemente fenômenos de uralitização, epidotização, cloritização, carbonatização e sericitização.

#### 6.6.4 - Formação Aprazível

De expressão areal relativamente reduzida, restrita a faixas alongadas, geralmente localizadas nas proximidades dos grandes falhamentos ou no sopé de escarpas, a Formação Aprazível ocorre a oeste da cidade de Sobral e a sul da cidade de Massapê, nas proximidades do Açude Acaraú-Mirim.

Morfologicamente caracteriza-se pela presença de feições runíformes, colinosa, destacando-se do aplainamento generalizado que caracteriza a Formação Pacujã. Na foto aérea revela-se com tons cinza escuro até cinza claro, dependendo da maior ou menor densidade de vegetação. A textura é áspera devido a presença de grandes blocos soltos e matacões. Em virtude da provável pequena espessura de afloramento da unidade, da sua posição topográfica relativamente elevada e maior grau de resistência a erosão, não se observa o estabelecimento de rede de drenagem característica. Os pequenos córregos e ravinas presentes estão invariavelmente encaixadas em linhas de fraturas.

Segundo Costa et alii (30), esta Formação é constituída

de ortoconglomerados grosseiros, polimíticos, mal classificados e normalmente não estratificados.

#### 6.7 - Formação Serra Grande

Esta unidade aparece como a única representação dos sedimentos da Bacia do Meio Norte ou Maranhão, na área do Projeto Fortaleza. Ocorre a leste da cidade de Santana do Acaraú e segundo Costa et alii (30) constitui um graben alongado na direção SW-NE, encaixado entre rochas cristalinas e resultante da reativação do sistema tectônico Sobral-Pedro II. Tal ocorrência dista aproximadamente 60 km da borda atual da Bacia do Meio Norte e documenta de acordo com o autor supra citado a existência de um eixo de sedimentação da cidade de Ipu, para NE, em direção ao litoral.

Caracteriza-se por um padrão fotográfico em tons claros, uniforme e monótono, com ausência quase total de áreas cultivadas. A falta de desenvolvimento de drenagem indica uma rocha bastante permeável constituída por um pacote de arenitos grosseiros e conglomeráticos com ocasionais intercalações de argilitos, siltitos e folhelhos.

#### 6.8 - Grupo Apodi

As formações Açu e Jandaira, que compõem este Grupo apresentam um comportamento estrutural monótono, representado por uma típica chapada. Constitue-se por um pacote sedi-

mentar com acamamento horizontal ou sub-horizontal com pequeno caimento em direção à costa, onde mergulham sob os sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras Indiviso.

Se certas dúvidas localmente podem subsistir, quanto à distinção nas fotos aéreas dos sedimentos do Grupo Apodi e do Grupo Barreiras Indiviso, é certo que os primeiros mostram um aspecto mais compacto em virtude da sua relativa coesão e espessura, sobre os quais uma rede hidrográfica bastante hierarquizada se instalou.

#### 6.8.1 - Formação Açú

Esta unidade forma uma faixa alongada com direção NE-SW, na porção sudoeste da folha de Aracati e apresenta uma largura de afloramento variável entre 7 e 12 km.

Morfologicamente apresenta-se com relevo colinoso bem tênue, localmente caracterizando formas tabulares. O seu contato com as aluviões do rio Jaguaribe, se bem que constituam raramente uma falésia, forma sempre uma ruptura de declive nítido em relação a área rebaixada subjacente.

Caracteriza-se fotograficamente por apresentar, uma tonalidade cinza escura, mostrando localmente variações para tons mais claros às vezes esbranquiçados em zonas sem vegetação. A textura é suave com variações locais para o tipo mosqueada. Face a grande porosidade da rocha a vegetação é rarefeita e de médio porte, às vezes ausente, e a drenagem

bastante rala.

Esta unidade segundo Kegel (34) corresponde a uma sequência de arenitos que variam de conglomeráticos a sílticos, com intercalações de leitos argilosos e estratificação cruzada frequente. SUDENE (18) e Cipriano e Nunes (26) separaram-na em dois membros: o superior com arenitos sílticos e intercalações de argilitos; e inferior com arenitos arco-seanos, conglomeráticos na base.

#### 6.8.2 - Formação Jandaíra

Esta unidade ocupa uma área aproximada de 300 Km<sup>2</sup> no extremo sudoeste da folha de Aracati. Apresenta uma textura fotográfica suave e homogênea e a tonalidade mais comum é a cinza clara. A vegetação é algo densa, predominantemente arbustiva de médio porte.

Nas fotos aéreas são bem visíveis os planos de estratificação sub-horizontais das camadas e a superfície tabular mostra poucas formas de erosão, tipo "karstico". Alguns autores todavia assinalam grutas de dissolução na falésia existente na passagem do calcário para o arenito da Formação Açú. Este contato caracterizado por escarpas abruptas, desenvolve na unidade subjacente um relevo típico de "cuesta".

Esta unidade corresponde ao que Kegel (34) denominou de Calcário Jandaíra, posteriormente subdividida por Beurlen



(11) em Formações Sebastianópolis (inferior) e Jandaíra (superior). Recentemente, Cipriano e Nunes (26) e SUDENE (18) agruparam as duas formações propostas por Beurlen numa só unidade, a qual denominaram Formação Jandaíra.

#### 6.9 - Intrusivas básicas

Estas rochas estão bem representadas na porção noroeste da folha de Quixadá, na região da cidade de Santa Quitéria. Ocorrem sob a forma de diques alinhados segundo NE-SW, discordantes com as estruturas regionais e preenchendo provavelmente zonas de fraturamento. São bem individualizados nas fotografias aéreas, ocorrendo sob a forma de linhas com tonalidade escura, cortando as rochas do Complexo granitóide de Santa Quitéria-Tamboril. É possível que exista um número maior de diques e mesmo outras formas de ocorrência dessas rochas, mapeados como fraturas que eventualmente pode corresponder a diques estreitos arrasados ao nível das encaixantes.

Morais et alii (47,49,52) referiram duvidosamente esses diques básicos ao Terciário, provavelmente relacionados ao vulcanismo básico do Rio Grande do Norte.

#### 6.10 - Grupo Barreiras

Esta unidade ocorre numa faixa de largura variável bordejando a linha da costa e penetrando profundamente para o

interior, nas áreas banhadas pelos rios Jaguaribe, Choró e Pirangi. Ocupa aproximada 15% da área total do Projeto, ocorrendo nas folhas de Sobral, Fortaleza e com maior extensão na de Aracati.

Individualiza-se morfologicamente como uma região de tabuleiros planos, localmente com ondulações e depressões suas, sofrendo solução de continuidade nos vales dos rios que a seccionam transversalmente. Os rebordos meridionais dessa unidade mostram-se recortados, formando uma linha sinuosa de escarpas de perfil suave. Localmente pode ocorrer escarpas mais abruptas, sugerindo a presença de uma crosta resistente.

Na área da cidade de Pacajús e dos povoados de Boqueirão do Cezário e Ocara, na folha de Aracati, os tabuleiros encontram-se nivelados com a superfície de aplainamento do embasamento cristalino, profundamente intemperizados. Isto dificulta sobremaneira a separação precisa do "glacis" de abrasão correspondente aos terrenos cristalinos e do "glacis" de acumulação relacionado aos sedimentos cenozóicos.

As características tonais e texturais desta unidade são bastante monótonas em toda sua área de ocorrência, apresentando tons cinza escuro e textura homogênea, indicativos de uma densa cobertura vegetal. Neste contexto, destacam-se feições locais em tons esbranquiçados e textura áspera, correspondente a cobertura arenosa, bem como, áreas extremamente escurecidas. Estas últimas ocorrem principalmente próxi-

mo ao limite meridional da área mapeada nas cidades de Pacajús e Cristais, correspondendo a prováveis capas lateríticas. A extrema permeabilidade desta unidade e sua efetiva drenagem interna é revelada pela notável pobreza de elementos superficiais de escoamento com ausência de qualquer grau de controle dos mesmos por parte de estruturas subjacentes.

Pela sua complexidade e ausência de um maior conhecimento do desenvolvimento geomorfológico da área, incluímos toda esta unidade fotogeológica como Grupo Barreiras Indiviso que corresponde ao Grupo Barreiras e Fácies Faceira de SUDENE (15,16,17,18) e Formação Barreiras de Morais et alii (46,48,50). Deve-se salientar que ela pode estar englobando além dos sedimentos arenosos e areno-argilosos com raros níveis caulínicos característicos do Grupo Barreiras, também regolitos, cascalheiras e crostas lateríticas ainda não suficientemente definidas.

#### 6.11 - Sedimentos litorâneos

Entre os sedimentos litorâneos distingue-se duas unidades. Uma representada pelos cordões de dunas antigas mapeadas como sedimentos marinhos e outra pelos sedimentos de praia, compreendendo as dunas móveis e os sedimentos da linha de praia propriamente ditos.

### 6.11.1 - Sedimentos marinhos

São representados pelas dunas antigas ou paleodunas, rebaixadas quase ao nível dos tabuleiros pelo constante retrabalhamento dos ventos. Repousam discordantemente sobre a cobertura areno-argilosa do Grupo Barreiras e são em grande parte cobertos pelas dunas móveis. Encontram-se expostos notadamente nas áreas próximas a cidade de Aquiraz e à nordeste da cidade de São Gonçalo do Amarante, ambos na folha Fortaleza. Outras ocorrências menores se distribuem aleatoriamente ao longo de toda faixa costeira.

As paleodunas são reconhecidas nas aerofotos pela tonalidade cinza escura propiciada pela presença de uma vegetação arbustiva fixada em áreas sazonalmente alagadas, em contraste com os tons esbranquiçados das dunas móveis, sem qualquer cobertura vegetal.

### 6.11.2 - Sedimentos de praia

São constituídos essencialmente de formação de dunas móveis e areias de praia, e estão intimamente condicionados ao desenvolvimento da geomorfologia litorânea. Caracterizam-se pela formação de pontões, flechas, restingas e são entre cortados por pequenas baías e ilhotas nas desembocaduras dos rios. Um outro aspecto singular desta morfologia litorânea é o escalonamento acentuado da linha de costa com pontas voltadas para NE, refletindo provavelmente as estruturas

regionais.

De um modo geral as dunas móveis, formam um cordão lito-râneo bem estreito com 2 a 3 km de largura. Começam a se esboçar desde a linha de praia alta, tornando-se rarefeitas próximo às embocaduras dos rios. Sua maior ou menor largura de afloramento está relacionada provavelmente ao volume de alimentação de sedimentos oriundos do continente e a posição da linha da costa em relação à direção dos ventos dominantes.

Seus contatos em relação as formações sotopostas são geralmente abruptos e localmente, onde elevam-se à cotas superiores aos tabuleiros costeiros da unidade do Grupo Barreiras Indiviso, promove a inhumação dos mesmos e o afogamento dos vales costeiros formando verdadeiras represas naturais. Esta feição morfológica representa o termo extremo do desenvolvimento de restingas e flechas, e provoca o deslocamento para sotavento dos canais naturais de desagüe dos cursos d'água.

A drenagem desenvolvida nesta faixa de sedimentos costeiros é essencialmente subterrânea. Os elementos superficiais são representados por lagunas encaixadas entre o sulco das dunas e pequenos drenos de curso aleatório provavelmente instalados sobre a antiga superfície, parcialmente coberta pelos depósitos eólicos.

## 6.12 - Aluviões

Na área do Projeto Fortaleza, as principais áreas de aluviões mapeáveis resumem-se praticamente aos vales dos rios Jaguaribe, Acaraú, Curu e Chorô; representações menores ocorrem em pequenas bacias isoladas, condicionadas a níveis de bases locais.

No vale do rio Acaraú, da cidade de Groaíras para o norte, o aluvião ocupa uma faixa contínua com largura média de 1-2 km, alargando-se sensivelmente a partir da cidade de Marco onde alcança até 5 km. No vale do rio Jaguaribe, entre as cidades de Russas e Jaguaruana, a área ocupada pela aluvião atinge até 12 km de largura. Esta faixa torna-se bastante estreita próximo à cidade de Itaiçaba, com uma largura máxima de 2 km, voltando-se a alargar para o norte. Nos rios Chorô e Curú, as faixas aluvionares se mantêm com uma largura constante de aproximadamente 2 km até alcançar o litoral.

Constituem uma zona extremamente plana, como testemunha os cursos divagantes dos rios Jaguaribe e Acaraú com a existência de numerosos meandros e braços mortos, as vezes associados e transformados em lagoas semi-circulares tipo "ox-bow-lakes". Apresentam geralmente tonalidade cinza esbranquiçada no interior e cinza escura, próximo a costa, devido provavelmente à formação de extensos manguesais, alagados na preamar, com sedimentos de vasa escura e matéria orgânica em decomposição.



## 7 - ESTRATIGRAFIA

## 7 - ESTRATIGRAFIA

No estabelecimento da coluna estratigráfica para as rochas da área do Projeto foram levadas em consideração as unidades individualizadas e consagradas na bibliografia geológica existente (quadros 1,2,3 e 4), procurando-se harmonizá-las com as unidades fotogeológicas separadas durante a fotointerpretação. As designações usadas nesta divisão estratigráfica têm por objetivo nos prover de uma nomenclatura mais precisa, tanto para a localização de problemas geológicos a estudar posteriormente, como para a organização das hipóteses de trabalho que serão usadas nas etapas de campo. Foram as seguintes unidades individualizadas na fotointerpretação:

### Quaternário

Qha - aluviões

Qhp - sedimentos de praia

Qhm - sedimentos marinhos

### Quaternário/Terciário

TQb - Grupo Barreiras Indiviso

### Terciário

Tdb - Diques básicos



Cretáceo Superior

Ksj - Formação Jandaíra

Ksa - Formação Açú

Siluriano sup./Devoniano inf.

SDsg - Formação Serra Grande

Cambro - Ordoviciano

εOja - Formação Aprazível

εOjpa - Formação Parapuí

εOjp - Formação Pacujá

εOjm - Formação Massapê

εOjrm - Granito tipo Meruoca

Precambriano "A"

pεAgf - quartzitos e filitos

Precambriano indiviso

pεqgn - gnaisses, quartzitos e calcários

pεgnm - gnaisses granitizados e migmatitos dominantes incluindo quartzitos (pεqz) e metabasitos (pεmb).

pεg - granitóides indivisos incluindo granitos (pεgr), granodioritos (pεgd), sienitos (pεsi) e gabros e dioritos (pεgb).

QUADRO I - PORÇÃO LESTE DA ÁREA DO PROJETO

R. GRANDALL 1910 (32)	SUDENE/ASMI 1967 ALTO, MEDIO E BAIXO JAGUARIBE. (14)	BRASIL/SUDENE, 1971 F. FORTALEZA SE (16)	BRASIL/SUDENE, 1971 F. JAGUARIBE NE (18)	SANTOS, E. J. DOS ET ALII, 1972 (60)						
SÉRIE CEARÁ: Antigos xistos argilosos, com quartzitos, arenitos e calcários (mármore)	Xistos, micaxistos.	GRUPO SERIDÓ	F. Seridó: micaxistos	GRUPO SERIDÓ	F. Seridó: micaxistos.	GRUPO SERIDÓ	F. Jucurutú: biotita-gnaisses, epidoto-gnaisses e hornblenda-gnaisses.	F. Equador: quartzitos.	PRECAMBRIANO "A" - 690 a 900 m. a.	GRUPO CEARÁ: Filitos, sericita-clorita-xistos, biotita-muscovita-xistos, biotita-gnaisses, incluindo quartzitos, leptinitos e calcários
	Xistos, micaxistos e quartzitos.		GRUPO CAICÓ							
COMPLEXO FUNDAMENTAL: Gnaisses e outros xistos cristalinos (indiviso).	Migmatitos.	GRUPO CAICÓ		Gnaisses bandeados e facoidais; migmatitos diversos.	PRECAMBRIANO INDIFFERENCIADO	Dioritos, granodioritos; granitos, granitos intrusivos, granitos porfíros.	PRECAMBRIANO INDIVISO	Granitóides não divididos		
	Migmatitos graníticos.		Diques de pegmatitos e quartzo.			Precambriano "A" migmatítico e Precambriano indiviso rejuvenescido no Ciclo Ceará (= Brasiliano); gnaisses e migmatitos dominantes.				
	Granitos concordantes.						Embasamento migmatítico-granítico dominante			

QUADRO II - PORÇÕES CENTRAL E OESTE DA ÁREA DO PROJETO

SMALL, H., 1913	BRASIL / SUDENE, 1971 F. FORTALEZA SO (15)	BRASIL / SUDENE, 1971 F. JAGUARIBE NO (17)	SANTOS, E. J. DOS ET. ALII 1972 (60)	
Xistos argilosos; intercalações de quartzitos e calcários (Série Ceará - Cambriano).	GRUPO BAMBUÍ: Calcários	Calcários metamórficos.		
	Micaxistos	Micaxistos	PRECAMBRIANO "A" - 690 a 900m.a.	GRUPO CEARÁ: Filitos, sericita - clorita - xistos, biotita - muscovita - xistos, biotita - gnaisses, inclui do quartzitos, leptitos e calcários
Gnaisses e xistos cristalinos (Arqueozóicos), com intrusões graníticas.	Migmatitos, gnaisses e granitos de anatexia.	Gnaisses, migmatitos, anatexitos, granitos, dioritos e diques básicos.	PRECAMBRIANO INDIVISO	Granitóides não divididos. Precambriano "A" migmatítico e Precambriano indiviso rejuvenescido no Ciclo Ceará (= Brasiliano): gnaisses e migmatitos dominantes. Embasamento migmatítico - granítico dominante.

**QUADRO III - COLUNAS ESTRATIGRÁFICAS  
DAS ROCHAS POST-CAMBRIANAS DA ÁREA DO PROJETO FORTALEZA**

		SUDENE/ASMIC, 1967 (14)	CIPRIANO, J.L. & NUNES A. DE B, 1968 (26)	BRASIL/SUDENE, 1971 (15)
<b>CENOZOICO</b>	<b>QUATERNÁRIO</b>	Aluviões Dunas Formação Faceira (?)	Aluviões, areias, argilas. Dunas.	Aluviões: cascalhos, areias, limos e argilas. Dunas: areias finas amarelas e vermelhas.
	<b>TERCIÁRIO</b>	Formação Faceira: areia argilosa, seixos, conglo- merados e lateritos.  Formação Barreiras: areia argilosa, arenitos, lateritos.	Formação Barreiras: ar- gilas variegadas e are- nitos friáveis.  Formação Faceira: fácies arenosa vermelha as ve- zes conglomerática.  Intrusivas básicas (ba- saltos tipo Cabugí).	Grupo Barreiras: argilas variegadas, arenitos ver- melhos, caulínicos e fri- áveis.  Fácies Faceira: arenosa, avermelhada e conglo-me- rática.  Intrusivas básicas: (basaltos tipo Cabugí)
<b>MESOZOICO</b>	<b>CRETÁCEO SUPERIOR</b>	Formação Jandaíra: calcários.  Formação Açú: mar- gas e arenitos argi- losos.	Formação Jandaíra: cal- cário litográfico.  Formação Açú: membro A - arenito fino com silte e argila; membro B - arenito mé- dio a grosseiro, conglo- merático (base). Formação Pre-Açú: fo- lhelho micro-micáceo.	Formação Jandaíra: cal- cários litográficos cin- zas e amarelos.  Formação Açú: superior - arenitos síl- ticos com intercalações de argila. inferior - arenitos ar- coseanos, conglomeráticos na base.
	<b>CRETÁCEO INFERIOR</b>			Diabásios
<b>PALEOZOICO</b>	<b>SILURIANO</b>			Formação Serra Grande: conglomerados e arenitos.
	<b>ORDOVICIANO</b>			Granito Meruoca: granito intrusivo.
	<b>EO-CAMBRIANO</b>			Grupo Jaibaras: conglomerados, arenitos finos, síltes e folhelhos.

QUADRO IV-COLUNA ESTRATIGRÁFICA DAS ROCHAS PRE E POST-CAMBRIANAS DA PORÇÃO NORDESTE DA ÁREA DO PROJETO, SEGUNDO COSTA ET ALII, 1973(30)

GENOZÓICO	QUATERNÁRIO		ALUVIÃO: areia cinza clara a escura, fina a grosseira, argilosa, com acamamento indistinto e matéria orgânica em decomposição.	
	TERCIÁRIO	PLEIS-TOCENO		GRUPO BARREIRAS INDIVISO: areia cinza clara e avermelhada, média e grosseira, localmente recobrendo cascalheiros inconsolidados, capas lateríticas e mantos intemperizados, caulínicos ou arenosos.
		PLIO-GENO		
PALEOZÓICO	DEVONIANO INFERIOR		FORMAÇÃO SERRA GRANDE: conglomerados e arenitos grosseiros, cremes e avermelhados, arcoseanos ou caulínicos em bancos maciços horizontalizados com intercalações de siltitos, folhelos ou argilitos variegados, friáveis.	
	SILURIANO SUPERIOR			
	CAMBRO - ORDOVICIANO	GRUPO JAIBARAS	FORMAÇÃO APRAZÍVEL: conglomerados grosseiros, polimíticos, mal classificados, com matriz arcoseana fina a média granular, bem consolidados e não estratificados.	
			FORMAÇÃO PARAPUI: riólitos em parte queratofirizados, quartzo-sienitos, basaltos, andesitos e dacitos espilitizados.	
		FORMAÇÃO PACUJÁ: associação de arenitos líticos e arcoseanos, castanhos e cinza esverdeados, folhelhos vermelhos micáceos e grauvacas líticas conglomeráticas.		
		FORMAÇÃO MASSAPÊ: ortoconglomerados polimíticos, brechoides, mal ou bem classificados, estratificados, matriz arcoseana vermelha ou parda de caráter molassóide.		
		GRANITÓIDE TIPO MERUOCA: granitos monzoníticos e hornblenda-biotita-granitos.		
PRECAMBRIANO	"A"	Filitos com bancos quartzíticos, clorita-quartzo-xisto, clorita-talco-xisto, biotita-muscovita-xisto, calco-hornfels, calcário e metarcoseos. Quartzitos puros e micáceos, laminados, geralmente fraturados e cataclásados.		
	"B"	"STOCK" GRANÍTIÇO PÓS-OROGÊNICO: muscovita-biotita-granito grosseiro, com fácies porfiróide local. Sienito grosseiro, porfiróide, com faixas ultra milonitizadas. Quartzitos brancos, feldspatizados e muscovíticos, biotita-xisto feldspatizado, granada-biotita-xisto, cianita-quartzo-xisto e calcário. GRANITO DE ANATEXIA TIPO ARARAS: granito a muscovita, biotita e hornblenda, embrechitos e gnaisses granitizados. Migmatitos heterogêneos dominantes tipo epibolito, agmatito e disidito; núcleos homogeneizados do tipo embrechito e anatexito; secundariamente, xistos feldspáticos e rochas calco-silicatadas.		

No que concerne às rochas do embasamento Precambriano Indiviso, aflorantes em aproximadamente 70% da área do Projeto, o critério fotogeológico adotado visou precipuamente a separação de unidades lito-estruturais sem preocupação imediata com o relacionamento estratigráfico. Sua subdivisão visa tão somente sistematizar a apresentação e discussão destas unidades individualizadas. Inclui granitóides com individualização de corpos de composição definida; sequência de gnaisses granitizados e migmatitos incluindo anfíbolito, calcário cristalino, quartzito e metabasito, individualizados; e sequência de gnaisses a cianita e gnaisses a duas micas com intercalações de quartzitos e calcário cristalino, localmente individualizados.

Em termos regionais, o embasamento cristalino da área do Projeto Fortaleza está incluído nas denominadas "regiões de dobramentos Brasileiros", compreendendo áreas cratonizadas antigas rejuvenescidas ao lado de áreas dobradas neste ciclo, estruturada em blocos limitados por grandes falhas transcorrentes.

A unidade do Precambriano "A", corresponde ao denominado Grupo Ceará ou Série Ceará de Crandall (32); caracterizada por uma sequência basal de quartzitos e uma superior com filitos, xistos e calcários. Porém, a polêmica criada em torno deste 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 estu-

dada. Na área do Projeto Fortaleza esta unidade inclui uma associação de micaxistos e filitos, incluindo quartzitos, gnaisses a biotita e metarcóseos.

No Paleozóico, as unidades lito-estratigráficas são as mesmas individualizadas e caracterizadas através de critérios tectônico-estruturais por Costa et alii (30) no Projeto Jaibaras. A única exceção ocorre com o granito pós-tectônico da serra da Barriga, que correlacionamos ao Granito tipo Meruoca, de idade cambro-ordoviciana.

No Mesozóico as unidades lito-estratigráficas do Grupo Apodi também são as mesmas assinaladas na bibliografia, deixando-se somente de delimitar a Formação Sebastianópolis de Beurlen. Estratigraficamente estas unidades correspondem às formações Açú e Jandaíra, caracterizadas e individualizadas por Cipriano & Nunes.

No Cenozóico considerou-se como pertencentes ao Terciário os diques básicos e a Fácies Faceira (15, 16, 17, 18), que no Projeto Fortaleza foi englobada no Grupo Barreiras Indiviso, do Terciário/Quaternário. Finalmente junto as aluviões arenosas holocênicas foram incluídos os sedimentos marinhos e de praia representados respectivamente por paleodunas, dunas móveis e areias de praia.



## **8 - ASPECTOS ESTRUTURAIS REGIONAIS**



## 8 - ASPECTOS ESTRUTURAIS REGIONAIS

O arcabouço estrutural na área do Projeto Fortaleza é essencialmente caracterizado pela dominância de grandes falhamentos transcorrentes de direções NE-SW e NW-SE com "drags" associados. Estes falhamentos se sobrepõem nitidamente aos elementos de fases anteriores da tectônica plástica, e os mais proeminentes põem em contato justapostos compartimentos tectonicamente discordantes, que Kegel (35) denominou de "blocos orogênicos". Provavelmente as primeiras manifestações de esforços tectônicos nas rochas mais antigas, possíveis núcleos remobilizados, encontram-se mascaradas, devido à adaptação da foliação e eixos de dobramentos a esse esforço ruptural posterior. Nos compartimentos menos deformados, porém, observam-se ainda testemunhos de tectônica plicativa anterior que dobrou as seqüências do Precambriano. O exemplo maior disto é a seqüência de dobramentos fechados ou domos gnáissicos na parte central e oriental da folha Quixadá.

Na porção noroeste da área do Projeto, correspondente ao "bloco orogênico" Coreau de Kegel (35), e, segundo Costa et alii (30), o escudo Precambriano estrutura-se em uma sucessão de "horsts" e "grabens", geralmente orientados de noroeste para sudeste, com unidades lito-estruturais individualizadas. Estes blocos denunciam uma grande mobilidade tectônica da região nos períodos finais do Precambriano e

no Paleozóico inferior, com reativações secundárias em épocas mais recentes. De noroeste para sudeste individualiza-se segundo Costa et alii (30) uma pequena área do "graben" Martinópolis, preenchido pela seqüência do Precambriano "A"; o "horst" Tucunduba; parte do "graben" Jaibaras ocupado pela seqüência metassedimentar do grupo homônimo e magmática associadas; e a Plataforma de Sobral, constituída por rochas agrupadas no Precambriano Indiviso, que funcionou como um alto estrutural rígido e se estende para leste e sul da área do Projeto. O "horst" Tucunduba corresponde a uma seqüência de gnaisses granitizados, migmatitos e quartzitos, que exhibe um estilo tectônico onde os dobramentos assumem papel destacado. Com exceção da sinforme aberta da serra do Mucuripe, são dobras comprimidas com planos axiais verticalizados e caimento dos eixos para S e SW. Sobressaem ainda falhamentos direcionais segundo NE-SW, acompanhando o "trend" regional.

As extensas áreas de rochas cristalinas, que constituem a Plataforma de Sobral, limitada do lado oeste pelo lineamento Sobral-Pedro II, está estruturada em um complexo sistema de dobramentos normais, alguns de grande amplitude, com eixos orientados de NE para SW, normalmente com caimento para o último quadrante. Esta plataforma rígida foi afetada por uma fase de quebramento tardio, resultando no truncamento das estruturas plásticas com a superposição de um sistema de falhas geralmente paralelas ao lineamento Sobral-Pedro II.

Feições estruturais marcantes são observadas na folha Quixadá, representada pelo compartimento tectônico que Kegel (35) denominou de "bloco orogênico" de Itapagé, onde ocorrem grandes manifestações da tectônica plicativa, associada à superimposição da tectônica ruptural e suas reativações. Este bloco, que abrange a parte central da área do Projeto, mostra discordância tectônica no contato com os outros compartimentos e sua estrutura plicativa interna é representada mormente por dobramentos fechados tipo domos gnáissicos e dobras assimétricas apertadas, cujos eixos possuem direção variável de NE-SW a N-S. A sudeste dos Complexos Itapagé-Irauçuba e Baturité, a tendência das linhas estruturais de direção aproximada NE-SW, é de sofrerem uma virgação para E-W e posteriormente curvarem novamente rumo a costa, com direção aproximada N-S. Deve-se observar o fato de que a virgação dos alinhamentos estruturais nas duas áreas supra citadas acompanham paralelamente os contatos dos Complexos granitóides de Itapagé-Irauçuba e Baturité. Este último pela própria configuração estrutural regional parece estar localizado na parte central de uma grande estruturação dômica.

No corpo situado à sudeste da falha Senador Pompeu, correspondente ao "bloco orogênico" Banabuiú de Kegel (35), existem praticamente elementos estruturais plásticos bem definidos, dominando de modo geral uma lineação monótona orientada segundo NE-SW. Esta grande falha transcorrente afe-

tou localmente as rochas desta área, provocando uma adaptação dos alinhamentos estruturais à sua direção de movimentação.

Sob efeito das forças tangenciais e cizalhantes formaram-se fraturas visíveis principalmente nos Complexos granitóides de Baturité e Itapagé-Irauçuba e dispostos grosseiramente segundo as direções SE-NW e NE-SW.

De acordo com as observações anteriormente expostas, possivelmente o registro mais antigo e bem preservado de esforços tectônicos esteja relacionado a denominada Orogênese Caririana ou Brasileira. Esses esforços tectônicos manifestaram-se principalmente sob a forma de tectônica plicativa, estruturada em amplos dobramentos de eixos quase retilíneos. A disposição original dos eixos se aproximaria da direção E-W, que seria posteriormente modificada para a direção NE-SW pela ação dos falhamentos transcorrentes, que afetaram grandemente as rochas desta parte do escudo nordestino (Almeida, 1 e 2). Isto é observado pelos dobramentos secundários dos eixos das estruturas consideradas caririanas, bastante modificadas em sua disposição original pela virgação de eixos, terminações periclinais, dobramentos secundários, recumbências e estreitamento de dobras. Por outro lado, segundo Costa et alii (30), muitos dos falhamentos transcorrentes de rejeito horizontal, na área noroeste do Projeto, apresentam uma componente de rejeito vertical que parecem ter contribuído para a formação de fossas tectônicas com a

preservação de seqüências de rochas mais jovens. Este é o caso dos quartzitos, filitos e sericita-clorita-xistos do Precambriano "A", e do "graben" Jaibaras dispostos segundo a direção NE-SW nas folhas Aracati e Sobral. Esses grandes falhamentos seriam posteriores ao Ciclo Caririano ou no máximo a ele associado na fase tardia, desenvolvidos, como já foi enfatizado por Costa et alii (30), no limite do Precambriano superior e Eopaleozóico.

Afora as grandes manifestações da tectônica plicativa, associada a superimposição da tectônica ruptural e suas reativações, o contexto estrutural da área do Projeto só foi modificado mais tarde, já no Terciário inferior pelos fraturamentos de direção ENE-WSW, por onde ascenderam magmas básicos sob a forma de diques de diabásio e pequenos derrames fissurais, da reativação wealdeniana (Almeida, 1 e 2).