MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

CONVÊNIO DNPM - CPRM

PROJETO FORTALEZA

RELATÓRIO DE PROGRESSO

ETAPA DE CAMPO I

Ivanuel F. Bacchieggo

PHL 12589

CPRM

SUREMI
SEDOTE

I-96

ARQUIVO TÉCNICO

Relatório n.º 605 - S

N.º de Volumes: 1 V.: -

OSTENSIVO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DIRETORIA DA ÁREA DE PESQUISA

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL/RECIFE

1976

PROJETO FORTALEZA

Chefe do Projeto: Ivanuel Fortunato Bacchieggo

Equipe Executora: Antonio Marcos Vitoria de Moraes

Fernando da Silva Prado

Marcelo de Freitas Medeiros

Pedro Alcântara B. Ribeiro do Vale

Cesar A. Bittencourt Passos

Valdomir Alves de Andrade

Lourival da Silva

Colaboração Especial: Aroldo Alves de Mello

APRESENTAÇÃO

Neste relatório são apresentados de forma sucinta, os resultados de todos os dados coletados durante a Etapa de Campo I do Projeto Fortaleza, bem como das análises de laboratório até agora realizadas. Sua finalidade principal é analisar de modo sumário, o avanço conseguido com os trabalhos nesta primeira etapa em relação aos conhecimentos adquiridos na análise fotogeológica preliminar e estudo bibliográfico.

Este trabalho, denominado de Relatório de Progresso - Etapa de Campo I, marca decisivamente a entrada do Projeto em sua fase final, na qual deverão ser atingidos os objetivos a que se propôs. Apresentado em volume único, contém um texto conciso, acompanhado dos mapas geológicos preliminares das quatro folhas, escala 1:250.000. São apontados inicialmente os métodos de trabalho adotados e os dados físicos de produção referentes a 1ª etapa de campo. Consta também de uma descrição das unidades lito-estratigráficas individualizadas com a reformulação de contatos geológicos e contornos estruturais, e ainda, o estudo preliminar das ocorrências minerais cadastradas e mais significativas da área do Projeto.

CPRM

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO 2

1.1 - Considerações gerais 2

1.2 - Metodologia 4

1.3 - Dados físicos de produção 7

2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRATIGRAFIA 10

2.1 - Introdução 10

2.2 - Cenozóico 11

2.2.1 - Aluviões 11

2.2.2 - Sedimentos litorâneos 12

2.2.2.1 - Paleodunas 13

2.2.2.2 - Dunas Móveis 14

2.2.3 - Grupo Barreiras Indiviso 15

2.2.4 - Rochas ígneas alcalinas 19

2.2.5 - Diques de rochas básicas 21

2.3 - Mesozóico 22

2.3.1 - Grupo Apodí 22

2.3.1.1 - Formação Açu 24

2.3.1.2 - Formação Jandaíra 25

2.4 - Paleozóico 25

2.4.1 - Formação Serra Grande 25

2.4.2 - Grupo Jaibaras 26

2.4.2.1 - Formação Massapê 29

2.4.2.2 - Formação Pacujá 30

2.4.2.3 - Formação Parapuí 32
2.4.2.4 - Formação Aprazível 34
2.4.2.5 - Granito tipo Meruoca 36

2.5 - Pré-Cambriano 39

2.5.1 - Introdução 39
2.5.2 - Quartzitos, gnaisses e filitos 43
2.5.3 - Gnaisses quartzo-feldspáticos 47
2.5.4 - Complexo migmatito-granitóide 48
2.5.5 - Complexo migmatito-gnáissico 52
2.5.6 - Granitóides de posicionamento duvidoso 56

2.5.6.1 - Granitóide de Quixadá 56
2.5.6.2 - Granitóide Araras 57
2.5.6.3 - Granitóide Serra Azul 58
2.5.6.4 - Granitóide Lagoa da Serra 59
2.5.6.5 - Dioritos 59
2.5.6.6 - Sienito Tucunduba 60

3 - OBSERVAÇÕES SOBRE UM POSSIVEL MODELO GEOTECTONICO PARA A ÁREA PRE-CAMBRIANA DO PROJETO PORTALEZA 63

3.1 - Introdução 63
3.2 - Conceito de Cinturões Móveis 63
3.3 - Analogias com a geologia da área do Projeto Fortaleza 65

4 - GEOLOGIA ECONONICA 69

5 - BIBLIOGRAFIA 76

6 - ANEXOS 85
- Mapas geológicos preliminares

I - 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. Compreende uma área aproximada de 53.000 km^2, 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 (fig. 1). Corresponde a quatro (4) folhas de 1° x 1°30', localizadas entre as coordenadas geográficas 37°30' e 40°30' de longitude oeste, e, 3°00' e 5°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 (Aracatí).

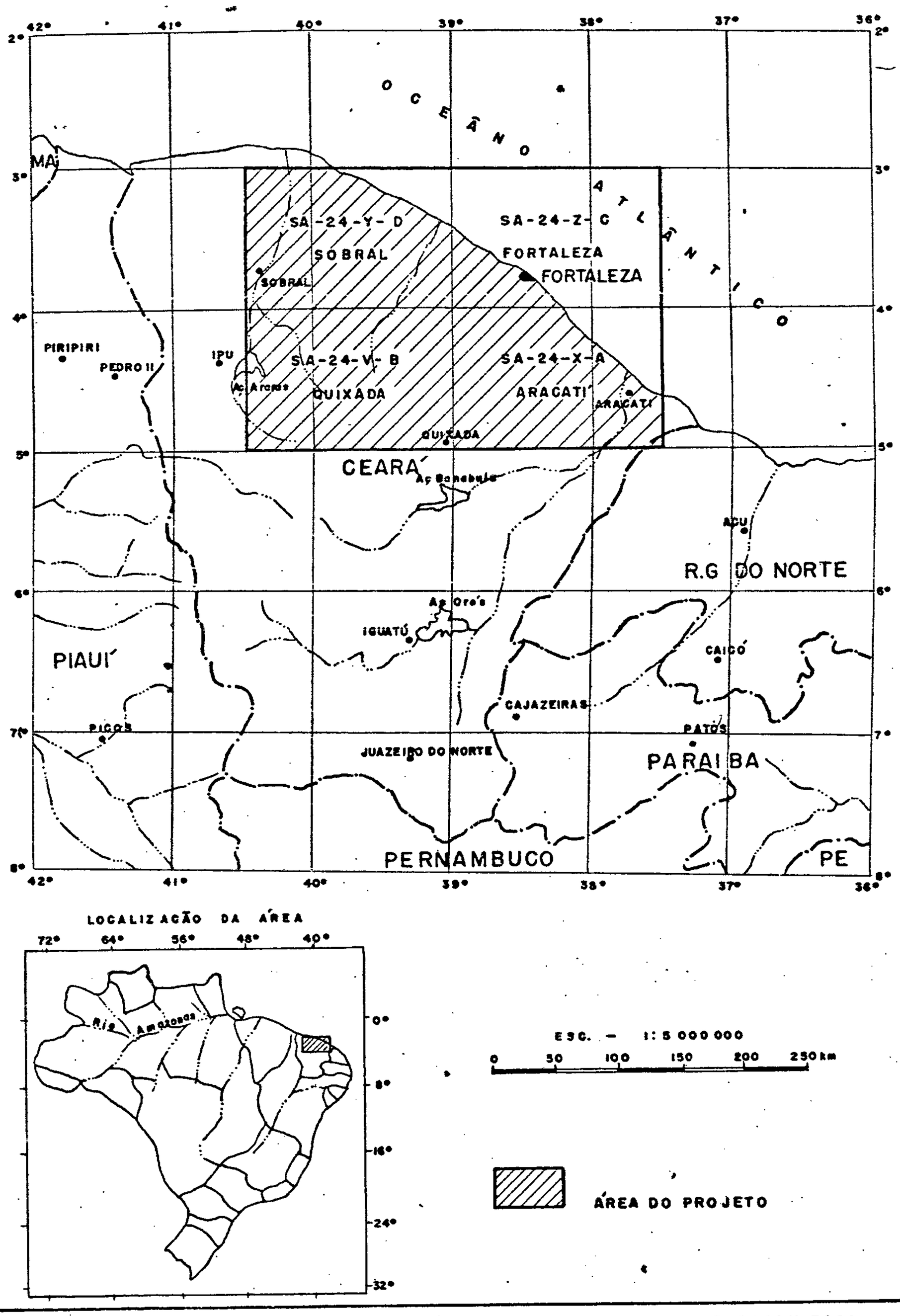
Os objetivos primordiais deste Projeto são o mapeamento geológico sistemático regional, na densidade de informação da escala 1:250.000; cadastramento de ocorrências minerais com vistas a angariar subsídios para a seleção de áreas para posterior detalhamento; definição do controle estrutural das mineralizações; 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 das diversas unidades em escala regional.

A etapa de campo I teve seu início em 06.08.75, se prolongando até o dia 29.11.75, cobrindo aproximadamente quatro (4) meses da programação do Projeto. Neste período os trabalhos foram realizados por duas equipes com dois geólogos ca-

CPRM

PROJETO FORTALEZA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO



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

1975

FIGURA 1

da, e que passaram efetivamente cerca de 70 dias executando trabalhos de campo nas folhas SA.24-Z-C (Fortaleza); SA.24-Y-D (Sobral) e SB.24-X-A (Aracati). A folha SB.24-V-B (Quixadá) foi parcialmente estudada na sua parte oriental (fig. 2).

Paralelamente ao mapeamento geológico sistemático foi realizada a prospecção geoquímica de sedimento de corrente e aluvionar.

1.2 - Metodologia

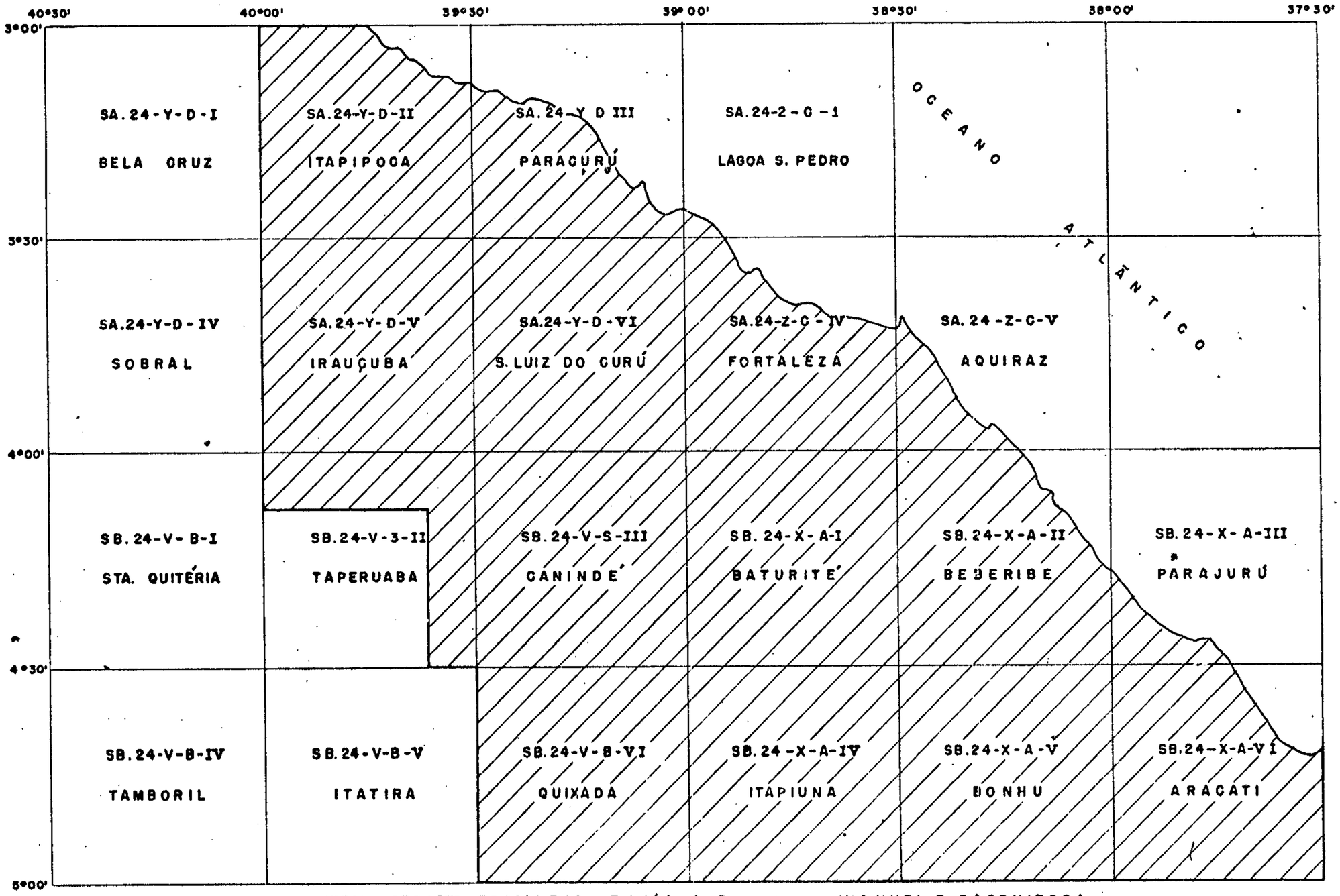
Visando um melhor rendimento nos trabalhos de campo, o pessoal técnico do Projeto foi dividido em três (3) equipes. Duas delas constituídas por dois (2) geólogos encarregados dos trabalhos de mapeamento geológico sistemático, e uma terceira composta por um geólogo e um técnico de mineração responsável pela coleta de amostras de sedimento ativo de corrente e concentrado de batéia.

Nos trabalhos de mapeamento geológico sistemático, de uma maneira geral, a orientação básica seguida nesta primeira etapa de campo, foi no sentido de definir litológica e estruturalmente certas faixas de rochas gnáissicas e corpos de rochas básicas ou graníticas individualizadas na fotointerpretação inicial. Estas faixas de rochas gnáissicas foram supostamente consideradas como constituídas de uma associação de quartzitos micáceos, gnaisses bem laminados, xistos feldspatizados e calcários metamórficos.

Posteriormente a caracterização litológica e estrutural destas faixas de rochas, com a comprovação da existência ou

PROJETO FORTALEZA

A'REA TRABALHADA NA ETAPA DE CAMPO 1



CPRM - PROJETO FORTALEZA - Relatório de Progresso - IVANUEL F. BACCHIEGGA

1976

FIGURA 2

não das mesmas, procurou-se investigar as duas maiores unidades de rochas cristalinas pré-Cambrianas, em termos de área, através de perfis geológicos ao longo das estradas principais e secundárias. Tanto quanto possível foi dado prioridade aos perfis geológicos perpendiculares aos alinhamentos estruturais e estruturas fotointerpretadas. A densidade de perfis geológicos realizados e número de afloramentos descritos variaram em função do grau de complexidade estrutural ou litológica encontrado em áreas específicas, mormente na fácies de borda do complexo migmatito-granitóide e algumas áreas contendo lentes de calcário associadas a níveis anfibolíticos. Deu-se também uma ênfase especial à caracterização do estilo de dobramento das diversas unidades delimitadas.

Algumas ocorrências minerais já conhecidas e outras descobertas nesta primeira fase de campo, foram objeto de estudos detalhados, com vistas ao cadastramento mineral e uma estimativa preliminar de suas potencialidades.

As amostras para prospecção geoquímica e aluvionar com densidade de 1/100 km^2, conforme planejamento prévio, foram coletadas de forma aleatória nos leitos dos riachos e rios, geralmente secos nesta época do ano, com área de influência de cada amostra, variável entre 10 e 50 km^2, em função da geologia local.

Para desenvolvimento dos trabalhos de campo, como execução dos perfís geológicos, locação dos afloramentos estudados e das ocorrências minerais cadastradas, foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:70.000. Como base planimetrica usou-se intensamente as cartas plani-altimétricas na escala 1:100.000 da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército

(fig. 3). Os dados obtidos nesta primeira fase de campo, foram transladados das fotografias aéreas para as reduções na escala 1:250.000 das cartas plani-altimétricas acima mencionadas. Estas reduções foram agrupadas e os dados geológicos transpóstos 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).

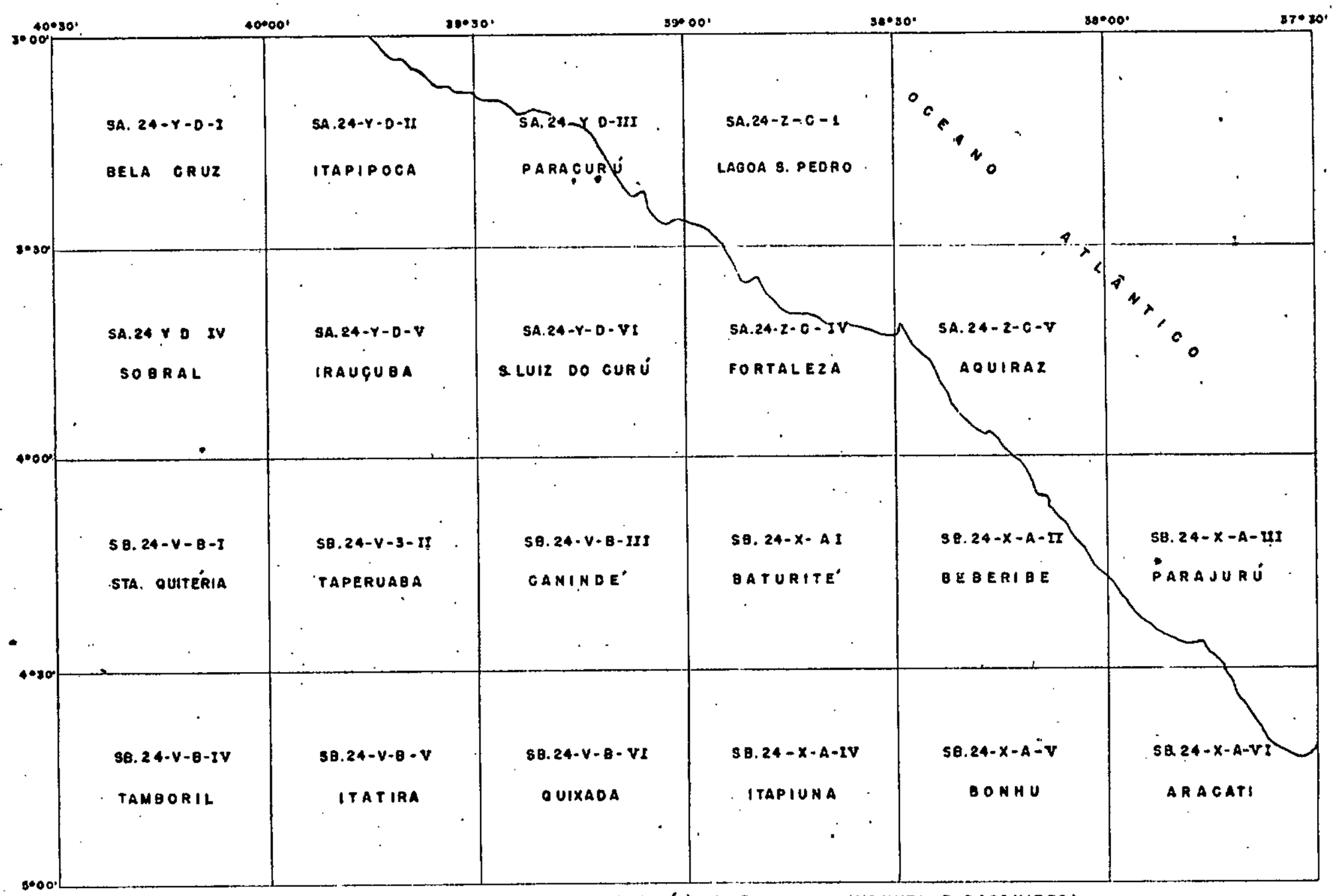
1.3 - Dados Físicos de Produção

Nesta primeira etapa de campo foram executados 5.961 km de caminhamento geológico, com um total de 1.271 afloramentos estudados, 345 amostras de rochas coletadas e 56 ocorrências cadastradas e assim distribuídas: 46 de calcário, 3 de manganês, 3 de material granítico para brita, 2 de cianita, 1 de barita e 1 de caulim. Das 345 amostras de rochas coletadas, 145 foram enviadas para análise petrográfica e 29 de calcário para análise química quantitativa.

A amostragem para a prospecção geoquímica e aluvionar foi efetuada somente nas folhas de escala 1:100.000, denominadas Quixadá e Itapiuna, totalizando cerca de 6.000 km^2. Foram coletadas 44 amostras de concentrado de batéia e 95 de sedimento ativo de corrente.

PROJETO FORTALEZA

ARTICULAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS - ESCALA - 1:100 000



CPRM - PROJETO FORTALEZA - Relatório de Progresso — IVANUEL F. BACCHIEGGA

1978

FIGURA 3

CPRM

II - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRATIGRAFIA

2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A ESTRATIGRAFIA

2.1 - Introdução

No Relatório Preliminar, pertinente à fotointerpretação e compilação bibliográfica, as unidades geológicas individualizadas foram correlacionadas provisoriamente as unidades caracterizadas e definidas no Projeto Jaibaras (Convênio DNPM/CPRM), cuja área é contígua ao Projeto Fortaleza na sua porção oeste. Deve-se salientar, que este é o único trabalho de mapeamento geológico sistemático regional realizado na área em apreço. Os poucos restantes referem-se à levantamentos fotogeológicos com raros dados de campo ou a mapas geológicos compilados.

Os trabalhos efetuados nesta primeira etapa de campo, na maior parte da área do Projeto, os dados obtidos pelo Projeto Rio Jaguaribe, em fase final de execução e cuja área é contígua ao sul, e os dados disponíveis de laboratório nos possibilitaram uma nova visão, mormente da geologia pré-cambriana da área. Esta reformulação nos possibilitou a caracterização de unidades litoestratigráficas segundo o "Código de Nomenclatura Estratigráfica do United States Geological Servey". De acordo com este Código, as unidades litoestratigráficas conceituam-se como uma subdivisão das rochas da crosta terrestre distinguida e delimitada com base em caracteres litológicos. Isto é, são reconhecidas e definidas mais pelos caracteres físicos observáveis que pela história geológica inferida, podendo possuir limites aproximadamente isócronos ou os mesmos transgredirem os horizontes cronológicos. Suas

delimitações podem corresponder a contatos bem evidentes ou serem traçados arbitrariamente através de uma zona de gradação.

Em função dos parcos conhecimentos anteriores e os resultados geológicos obtidos no desenvolvimento deste Projeto, serão discutidos a seguir as unidades individualizadas.

2.2 - Cenozóico

2.2.1 - Aluviões

Na área do Projeto Fortaleza, as principais áreas de aluviões mapeáveis resumem-se praticamente aos vales dos rios Jaguaribe, Acaraú, Curú e Choró. Representações menores ocorrem em pequenas bacias isoladas, condicionadas a níveis de base locais. Estes sedimentos recentes foram estudados anteriormente para fins hidrogeológicos somente pela SUDENE/ASMIC (17) que os engloba em unidade constituída por aluviões, areias e argilas.

No vale do rio Acaraú, da cidade de Groaíras para o norte, a 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 Choró 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 testemunham, na época da estiagem os cursos divagantes dos rios Jaguaribe e Acaraú, com a existência de numerosos meandros e braços mortos, às vezes associados e transformados em lagoas semi-circulares tipo "ox-bow-lakes".

Nos médios cursos, as aluviões são constituídas principalmente de areias grossas, mal selecionadas, puras, com seixos e calhaus de quartzo e rochas adjacentes. Nos baixos cursos, predominam areias mais impuras, com bastante níveis de argila e silte escuros. Manchas de cascalheiras ocorrem, às vezes, intercaladas entre as areias e na superfície dos terraços laterais. Próximo à costa, sob influência marinha, os sedimentos aluviais correspondem a vasas escuras, flúvio-marinhas onde se misturam materiais pelíticos e matéria orgânica em decomposição, formando extensos manguesais, alagados na preamar. Na foz do rio Jaguaribe, na cidade de Aracati, a intervenção marinha se faz sentir de maneira notável, propiciando a instalação de inúmeras salinas.

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

2.2.2 - Sedimentos Litorâneos

Entre os sedimentos litorâneos distingue-se uma sequência representada pelos cordões de dunas antigas mapeadas como paleodunas e outra pelos sedimentos em fase de formação,

compreendendo as dunas móveis e os sedimentos de linha de praia propriamente ditos. Braz & Caetano (18) e Beltrão (8), SUDENE/ASMIC (17) e Morais et alii (47, 48, 50, 51), agruparam estes sedimentos em apenas uma unidade, a qual simplesmente denominaram de dunas e areias móveis.

2.2.2.1 - Paleodunas

São representadas pelas dunas antigas, rebaixadas quase ao nível dos tabuleiros costeiros pelo constante retrabalhamento dos ventos. Repousam discordantemente sobre os sedimentos do Grupo Barreiras e são em grande parte cobertas pelas dunas móveis. Encontram-se expostas notadamente nas áreas próximas a cidade de Aquiraz e à nordeste da cidade de São Gonçalo do Amarante, ambas na folha Fortaleza. Outras ocorrências menores se distribuem aleatoriamente ao longo de toda faixa costeira.

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

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

2.2.2.2 - Dunas móveis

São constituídas essencialmente da formação de dunas móveis e areias de praia, e estão intimamente condicionadas ao desenvólvimento da geomorfologia litorânea. Caracterizam-se pela formação de pontões, flechas, restingas e são entrecortadas 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 pontos voltados para NE, refletindo provavelmente as estruturas regionais.

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

Seus contatos, em relação às formações sotopostas, são geralmente abruptos e localmente, onde elevam-se às cotas superiores dos tabuleiros costeiros do Grupo Barreiras, promovem o afogamento dos vales costeiros. Impedem assim, os cursos d'águas menores de atingirem diretamente o oceano, resultando na formação à montante de típicas represas naturais, e provocam com frequência o deslocamento para sotavento das embocaduras em relação aos canais naturais de desague dos cursos d'água.

Litologicamente são caracterizadas por areias esbranqui-

çadas, quartzosas, grã fina a média, bem classificadas, em corpos maciços ou estratiformes, configurados por leitos mais escuros de concentrações de minerais pesados. Localmente, em cortes verticalizados próximo às zonas urbanas da praia de Futúro, cidade de Fortaleza, estas dunas móveis exibem estratificação cruzada tipo acanalada.

Os sedimentos litorâneos depositados pelas vagas marinhas ocorrem apenas em estreita área na zona interdital de toda faixa costeira. Predomina uma fácies de areia fina, cor cinza escura, contendo restos de matéria orgânica em decomposição e minerais escuros finamente granulados, disseminados em proporções variáveis ou formando camadas mais concentradas. Localmente as areias possuem grã grossa, mal selecionadas, originadas provavelmente do retrabalhamento dos antigos cordões de praia, e, contendo fragmentos de conchas recentes.

2.2.3 - Grupo Barreiras Indiviso

O termo "Barreiras" foi usado por Branner, em 1902, in Mabesoone et alii (39), quando se referiu aos sedimentos variegados e inconsolidados, que ocorrem de forma contínua por toda faixa costeira desde o Estado do Rio de Janeiro até a foz do Amazonas. O nome originalmente com cunho topográfico, passou a ser utilizado como termo estratigráfico em todas as áreas de ocorrência. Litologicamente varia desde conglomerado a argilas de diversas matizes, cuja penetração e espessura para o interior variam muito conforme a área de ocorrência.

Oliveira & Leonardos (53) reunem esses depósitos costeiros sob o termo de Série Barreiras. Oliveira & Andrade Ramos (54) chamaram "Formação Barreiras" aos mesmos sedimentos na costa norte de Recife, e esta denominação foi adotada pela PETROBRÁS nos trabalhos de exploração desde a costa norte até o Espírito Santo. Kegel (32) restringiu o nome "Formação Barreiras", na região litorânea do Rio Grande do Norte, às camadas superiores e "Infra-Barreiras" às camadas de areias argilosas e caulínicas da base. Bigarella & Andrade (15) através de perfis estudados em torno de Recife, propuseram o termo "Grupo Barreiras", com uma sequência inferior, denominada de Formação Guararapes, e sobre esta, depositada em discordância erosiva, a Formação Riacho Morno, correlacionável a Formação Barreiras de Kegel (32).

Campos e Silva (24) distinguiu mais duas formações na região de Natal, acima e separadas da Formação Riacho Morno de Bigarella & Andrade (15) por outra disconformidade de erosão. São as formações Macaíba, inferior e Potengi, na parte superior. Mabesoone et alii (39) verificaram na área de Cabo Branco, na Paraíba, e várias localidades costeiras entre a parte ocidental do Rio Grande do Norte e Recife, que a Formação Riacho Morno não pode ser considerada como uma unidade estratigráfica autônoma, pois representa tão somente uma capa de intemperismo da Formação Guararapes. O mesmo acontece com relação à Formação Potengí, de Campos e Silva (24), que consideraram como uma capa de intemperismo da Formação Macaíba, do mesmo autor. A partir destes fatos, estabeleceram uma nova subdivisão para o Grupo Barreiras, caracterizada por três unidades edafo-estratigráficas, conforme o quadro abaixo:

Idade suposta	Unidades Estratigráficas LITO EDAFO	
Holoceno	Areias brancas (?)	discordância
Pleistoceno	intemperismo Potengí	
	Fm. Macaíba	discordância
	intemperismo Riacho Morno	
Plioceno	Fm. Guararapes	discordância
Mioceno	intemperismo laterítico	
Oligoceno	Fm. Serra dos Martins	discordância
	Grupo Apodí/embasamento cristalino	

Esta unidade, na área do Projeto Fortaleza, ocorre numa faixa de largura variável, contínua, bordejando a linha de costa e penetrando profundamente para o interior, nas regiões banhadas pelos rios Jaguaribe, Choró e Pirangi. Ocupa aproximadamente 15% da área do Projeto, e ocorre nas folhas de Sobral, Fortaleza e com maior extensão na de Aracati.

Individualiza-se como uma região de tabuleiros planos, localmente com ondulações e depressões suaves, 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 podem ocorrer escarpas mais abruptas, sugerindo a presença de uma crosta resistente.

Em toda área de afloramento, estes sedimentos cenozóicos, assentam discordantemente ora sobre a superfície de erosão de rochas pré-cambrianas, ora sobre os sedimentos cretáceos do Grupo Apodi.

Na margem esquerda do rio Jaguaribe e ao sul da cidade

de Ibicuitinga, ocorre, na zona de contato com as rochas cristalinas, um conglomerado com seixos e calhaus de quartzo e de rochas cristalinas diversas, dispersos em uma matriz arenosa, avermelhada a rósea, passando na parte superior, para areńitos médios, argilosos, friáveis, caulínicos, contendo níveis de argila esverdeada e leitos conglomeráticos e, localmente, com crostas lateríticas na superfície.

A este pacote sedimentar, que ocorre como manchas sedimentares irregulares, a SUDENE/ASMIC (17) denominou de Fácies Faceira e o correlacionou ao Grupo Barreiras, pois geomorfologicamente estes sedimentos se formaram por acumulação dos produtos clásticos, oriundos da ablação do cristalino, durante a fase de aplainamento que esculpiu a superfície pliocênica conforme sugerem Andrade & Lins (5).

Na faixa litorânea, o Grupo Barreiras corresponde a um pacote de material areno-argiloso de cores vermelha e creme-amarelada, com delgados e raros níveis caulínicos, correlacionado grosseiramente à Formação Macaíba de Mabesoone et alii (39). Este conjunto estratificado, essencialmente constituído de areia média a fina granular, mal selecionada, ocasionalmente siltosa e mesmo argilosa, não raro apresenta intercalações de leitos grosseiros e conglomeráticos.

Sobrepondo-se a estes sedimentos areno-argilosos avermelhados, ocorre uma capa contínua de areia branca a cinza claro, regularmente selecionada. Estas coberturas arenosas que parecem representar a capa intemperizada e lixiviada das camadas inferiores correspondem possivelmente à fase de intemperismo Potengi de Mabesoone et alii (39).

Apesar das possíveis correlações expostas anteriormente,

uma correspondência lito-estratigráfica entre os elementos descritos nos perfis do Grupo Barreiras, na área do Projeto, com as diversas unidades definidas no nordeste oriental por Mabesoone et alii (39), nos parece especulativa e inviável ao nível dos conhecimentos atuais. Assim sendo, mapeamos todo o conjunto como Grupo Barreiras Indiviso.

2.2.4 - Rochas ígneas alcalinas

Provavelmente, foi Almeida (02), em 1958, o primeiro a se referir sobre a ocorrência de fonólito a 6 km a E da cidade de Messejana, no litoral cearense, posicionando-a como a extremidade ocidental de um alinhamento de vulcões que se estenderia à altura do paralelo 4º de latitude sul.

Vandoros & Oliveira (61), em 1967, descrevem o corpo alcalino circular de Messejana como de forma geológica original desconhecida, visto que os contatos estão cobertos por sedimentos recentes do Grupo Barreiras. Estudam-no petrográfica, química e geocronologicamente e, através da sua idade oligocênica (28, 6 $\pm$ 0,9 x 10^6 anos) e das similaridades químicas e petrográficas existentes propõem uma relação genética do fonólito de Messejana com os do arquipélago Fernando de Noronha, conforme idéia anterior de Almeida (02).

Nesta primeira etapa de campo, os estudos realizados na folha Fortaleza detectaram, além do fonólito de Messejana, mais seis "necks" e uma variedade de diques de rochas alcalinas. Os "necks" apresentam-se topograficamente como serrotes circulares a elipsoidais, que recebem denominações locais de Serrote Preto, da Arriscada, Pão de Açúcar, Salgadinho, Japa

rara e Ancuri. Afora este último, também circundado pelos sedimentos argilo-arenosos do Grupo Barreiras, os demais estão encaixados em rochas pré-cambrianas. Apresentam, às vezes, como o serrote Pão de Açúcar, uma forma típica de um cone vulcânico com vários diques se irradiando do corpo central e preenchendo zonas de fraturamento de tensão das rochas encaixantes.

A ausência de uma auréola de metamorfismo de contato visível no campo, nas bordas destes corpos alcalinos, provavelmente deve-se à pequena dimensão dos mesmos e ao alto grau de metamorfismo (fácies anfibolito) das rochas pré-cambrianas circundantes.

Pela falta até o momento de um estudo petrográfico apurado sobre os diversos prováveis tipos de rochas alcalinas aflorantes na área, apresentamos a seguir, as características dos três tipos texturais principais.

a) Rocha leucocrática, fanerítica fina e afanítica, maciça, homogênea, cinza clara a cinza esverdeada, e com fratura subconchoidal. Ocorre mormente na forma de diques;

b) Rocha leucocrática com textura porfírica e com raros fenocristais, representados por ripas de feldspato e/ou feldspatóide de cor creme, distribuídos aleatoriamente em matriz fina a afanítica cinza esverdeada, predominante. Frequentemente, ocorre na matriz, a presença de vacúolos preenchidos por calcita e possivelmente zeólitas; e

c) Rocha leucocrática, grã fina a média, textura porfírica com número variável de fenocristais sempre contidos em matriz fina, por vezes granular, por vezes traquitóide, a que a possível presença de piroxênio sódico empresta cor esverdea

da. Os maiores fenocristais não tem normalmente mais que meio centímetro de comprimento, sendo constituídos de feldspato e/ou feldspatóide e piroxênio. Há, às vezes uma gradação por tamanho entre os maiores cristais e os constituintes da matriz.

2.2.5 - Diques de rochas básicas

Morais et alii, (49, 52) em 1963, e Leal (37) em 1970, foram os únicos autores a representarem em mapa uma série de diques que ocorrem na porção noroeste da folha Quixadá, próximo a cidade de Santa Quitéria, correlacionando-os duvidosamente ao vulcanismo básico Terciário do Rio Grande do Norte. Esse vulcanismo básico fissural foi inicialmente estudado por Moraes (45), em 1924, que datou-o no espaço de tempo entre o Turoniano (Cretáceo Superior) e o Cenozóico. Posteriormente, Kegel (32) datou-o do Terciário Inferior.

No estado do Rio Grande do Norte, Ferreira e Albuquerque (29) classificaram este vulcanismo em dois tipos principais: os diabásios, preenchendo fraturas na forma de diques e os basaltos na de "necks" e sills. Santos (57) denominou "Lineamento Cabugi" para este fraturamento fissural de direção E-O e de "vulcanismo Cabugi", as rochas básicas que o preenchem.

Na região noroeste da folha Quixadá, esse vulcanismo fissural ocorre na forma de diques de diabásio maciço e compacto, com espessuras nunca superiores a 20 m, alinhados segundo a direção ENE-OSO e discordantes em relação as estruturas regionais. São bem individualizados nas fotografias aéreas, ocorrendo sob a forma de linhas de cor cinza escura ou ne-

gra, que cortam as rochas granitóides predominantes na área.

O diabásio geralmente alterado, cinza esverdeado a preto, aflora em blocos espalhados sobre um solo argiloso castanho escuro e apresentam esfoliação esferoidal típica.

Petrograficamente, o diabásio apresenta-se com grã fina a média, holocristalina, textura diabásica típica, destacando-se alguns cristais mais desenvolvidos de plagioclásio, distribuidos erraticamente. A labradorita ocorre em ripas, por vezes sericitizadas, e preenchendo seus interstícios, a augita em cristais geralmente xenomórficos, geminados e levemente alterados para biotita, que por sua vez se altera para clorita. Como acessórios, ocorrem cristais sub-automórficos a xenomórficos de opacos associados à biotita secundária, carbonato e apatita em cristais alongados. No contato com as rochas encaixantes, a grã torna-se mais fina, quase afanítica.

2.3 - Mesozóico

2.3.1 - Grupo Apodi

Segundo Schaller & Sampaio (58), as primeiras notas sobre a presença de sedimentos na área da Bacia do Apodi foram transmitidas por Burlamaqui em 1855, e White em 1887. Mais tarde, Crandall (27) descreveu a fauna dos calcários como representadas exclusivamente por gastrópodes e lamelibrânquios marinhos, pertencentes presumivelmente ao Cretáceo. Posteriormente, Maury (42) atribuiu idade turoniana à associação encontrada nos carbonatos da região de Mossoró, Nacau e Pendên

cias. Em 1943, Oliveira & Leonardos (53) denominaram Grupo Apodi ao conjunto de sedimentos encontrados na bacia.

Em 1949, Kreidler & Andery (36), em trabalho de reconhecimento geológico realizaram um mapa completo da bacia, onde aparecem pela primeira vez as denominações de Arenito Açú e Calcário Jandaíra.

Em 1947, Kegel (32) foi o primeiro a descrever a ocorrência de derrames basálticos na bacia. A partir de 1961, Beurlen (10, 11, 12, 13, 14) reativou os estudos geológicos na bacia, com uma descrição ampla da fauna encontrada nos calcários, os quais subdividiu em duas unidades: a superior, com o nome de Formação Jandaíra, e a inferior com o nome de Formação Sebastianópolis. Os dois últimos autores estabeleceram a divisão do Arenito Açú em três membros: um inferior, de arenito de grã grossa e conglomerados; um médio com folhelhos e siltitos; e um superior de arenitos finos e argilas, com algumas camadas de calcário.

Em 1968, a SUDENE, através de Beltrão et alii (08) empreendeu trabalhos com fins hidrogeológicos na bacia e informalmente dividiu a Formação Açú em dois membros: um superior com arenito fino a médio com intercalações de argilas e siltitos; e um inferior de arenito arcoseano médio a grosso, conglomerático na base.

Na área pesquisada, que abrange aproximadamente 600 km^2 da borda oeste da bacia do Apodi, os sedimentos do Grupo homônimo, subdivididos nas formações Açú e Jandaíra apresentam um comportamento estrutural monótono. Constituem uma monoclinal com mergulhos suaves, que variam em torno de 2° em direção a costa, onde mergulham sob os sedimentos cenozóicos do

Grupo Barreiras.

2.3.1.1 - Formação Açú

Esta unidade ocorre em faixa alongada com direção NE-SO, paralelamente aos depósitos aluvionares do rio Jaguaribe e apresenta uma largura de afloramento variável entre 7 e 12 km. O seu contato com as aluviões do rio Jaguaribe, se bem que não constituam uma falésia, forma sempre uma ruptura de declive nítido em relação à área rebaixada subjacente.

Litologicamente, caracteriza-se por uma sequência clástica em geral avermelhada com dois fácies distintos, correlacionáveis aos membros descritos por Beltrão et alii (08). O fácies inferior compreende conglomerados finos de coloração avermelhada, formados de seixos de quartzo em abundante matriz arenosa, gradacionais para arenito arcoseano, muito mal selecionado, contendo grãos de feldspato intemperizado. Em direção ao topo deste membro, ocorrem intercalações de areni tos finos e sílticos, vermelhos e verdes, mal estratificados, argilosos, micáceos e caulínicos.

O fácies superior compõe-se de folhelhos vermelhos e, subordinadamente, também esverdeados, sílticos e arenosos, associados, na parte superior, a nódulos e bancos calcários, e margas. Seu contato com a fácies inferior se faz de modo relativamente suave e transicional. Deve-se salientar que foram coletadas várias amostras de sedimentos com características fosfáticas, que se acham no momento em processo de análise química. Tais ocorrências parecem localizar-se no limite superior da formação, e resultam talvez dos princípios de

transgressão, que precederam a deposição da Formação Jandaíra, quando verificou-se, em pequenas bacias locais e isoladas, a precipitação dos tipos de sedimentos em consideração.

Dados de sondagens realizados pela PETROBRÁS em 1968, in Schaller & Sampaio (58), revelaram uma espessura superior a 500 metros para esta Formação.

2.3.1.2 - Formação Jandaíra

Repousa concordantemente sobre os folhelhos e margas da Formação Açú em contato mais ou menos gradacional. É constituída essencialmente de um fácies carbonático, de calcários puros ou dolomíticos, maciços, litográficos e nodulosos, microcristalinos ou gredosos, variáveis a calcários argilosos e folhelhos margosos esverdeados. A sua espessura média através da bacia é da ordem de 250 a 300 metros, segundo Schaller & Sampaio (58).

Nas fotografias aéreas são bem visíveis os planos de estratificação sub-horizontalizados das camadas e a superfície tabular mostra poucas formas de erosão tipo "karstica".

2.4 - Paleozóico

2.4.1 - Formação Serra Grande

Foi Small em 1913, in Kegel (31), que criou o termo "Série Serra Grande" para designar os arenitos, conglomerados e calcários que afloram na escarpa oriental da Bacia do Parnaí

ba, na região de Ubajara, Ceará. Na ocasião datou-a do Cretáceo, tendo, posteriormente modificado para Carbonífero. Esta classificação foi mantida por Plummer et alii (55) e Campbell et alii (23). Este último dividiu a Formação Serra Grande em camadas Cabeças superior e camadas Ipú, basais, considerando-as mais jovens que a Formação Pimenteiras, seguindo idéias de Small e Plummer. Blankennagel(16) e Kegel (31) porém mantêm o nome Serra Grande e observam que a Formação Pimenteiras se sobrepõe à Serra Grande, comportamento este admitido até os dias atuais. Finalmente Muller, in Aguiar (01) através de estudos palinológicos atribui a esta formação, uma idade siluro-devoniana.

Esta unidade, 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. Constitui um graben alongado na direção SO-NE, encaixado entre rochas cristalinas e resultante da reativação do sistema de falhamentos Sobral-Pedro II. Tal ocorrência dista aproximadamente 70 km da borda atual da Bacia do Meio-Norte e documenta a existência de um eixo de sedimentação, destes sedimentos siluro-devonianos, das cidades de Ipú e Reriutaba, para NE, em direção ao litoral.

Compõe-se de um conglomerado basal com seixos sub-arredondados de quartzo e feldspato caulinizado subordinado, maciço, friável e pouco consistente. Ocorrem ocasionais intercalações de argilitos, siltitos e folhelhos.

2.4.2 - Grupo Jaibaras

O termo "Série Jaibaras" foi utilizado originalmente por Oliveira & Leonardos (53) na região da cidade de Sobral, no noroeste do Ceará. Designa uma sequência metassedimentar dobrada composta de conglomerados, arcóseos, arenitos, folhelhos vérmelhos e calcários, datada originalmente do Siluriano e correlacionada à "Série Rio São Francisco-Bambuí". Posteriormente, Kegel et alii (35) usaram a denominação "Formação Jaibaras" para definir a sequência constituída de conglomerados, arenitos e folhelhos. Subdividida em membros Aprazível e Trapiá, assumia uma posição basal da sequência, sendo sotoposta a então denominada Formação Bambuí, constituída de calcários. Winge (62), em 1967, redefiniu a estratigrafia da região introduzindo o termo "Grupo Jaibaras", subdividido em três sub-grupos: superior (conglomerados brechóides); médio (rochas vulcânicas andesíticas); e inferior (arenitos, siltitos e conglomerados). Mabesoone et alii (38), em 1971, caracteriza o Grupo Jaibaras com uma unidade basal, Formação Trapiá, composta de arenitos, siltitos e conglomerados; o maciço granítico de Mocambo, derrames e diques andesíticos, na parte mediana; e uma unidade superior de conglomerados polimíticos da Formação Aprazível. Danni (28) em investigações realizadas nas áreas das cidades de Frecheirinhas, Mocambo e Pacujá, adota a mesma estratigrafia de Mabesoone et alii e caracteriza petrograficamente uma auréola de cornubianitos circundantes ao granito de Mocambo. Finalmente, Costa et alii (26), em 1973, através de trabalhos de mapeamento geológico do Projeto Jaibaras (Convênio DNPM/CPRM), observam as incompatibilidades das estratigrafias preexistentes e redefinem o Grupo Jaibaras, posicionando-o no Cambro-Ordoviciano e dividindo-o em quatro formações, a saber:

a) Formação Massapê, basal e constituída de orto-conglomerados polimíticos;

b) Formação Pacujá, composta de arenitos líticos, arcoseanos, folhelhos vermelhos micáceos e subordinadamente grauvacas e horizontes conglomeráticos. Estas duas formações, Massapê e Pacujá, correspondem a Formação Trapiá de Mabesoone et alii (38) e Danni (28);

c) Formação Parapuí, representada pela "complexa suite" de rochas vulcânicas e associadas. Corresponde ao Grupo Jaibaras médio de Winge (62) e a unidade de andesitos de Mabesoone et alii (38) e Danni (28); e

d) Formação Aprazível, constituída pelos conglomerados superiores. Foi conservada a denominação original de Kegel et alii (35) de Formação Aprazível, adotando-se porém a conceituação litoestratigráfica definida por Mabesoone et alii (38), tendo posição terminal no Grupo.

No Projeto Fortaleza, a área de ocorrência deste Grupo se limita à parte nordeste da ampla fossa tectônica denominada por Costa et alii de "Graben Jaibaras". Esta fossa se estende desde a serra da Ibiapaba, fora da área do Projeto, em direção nordeste, ao longo do lineamento Sobral-Pedro II e falhas Café Ipueiras e Massapê, até próximo as cidades de Morrinhos e Mutambeiras, no baixo curso do rio Acaraú. Deve-se notar o estreitamento existente nesta fossa tectônica, a nordeste da cidade de Sobral, devido à presença do granito circunscrito Rosário-Meruoca.

Interpretado como um todo, o Grupo Jaibaras assinala uma mudança importante na ambiência tectônica regional, que evolui de uma sedimentação típica de uma fase geossinclinal, re

presentada pelo Grupo Bambuí, para uma fase cratônica, caracterizada pelo surgimento de "rift valleys", sedimentação molássica, vulcanismo fissural e intensa tectônica quebrável. Da base para o topo, adotando-se a estratigrafia de Costa et alii (28), as seguintes unidades litoestratigráficas compõem o Grupo Jaibaras, na área do Projeto Fortaleza.

2.4.2.1 - Formação Massapê

De expressão areal reduzida, ocorre a norte da cidade de Massapê e sul do Açude de São Vicente, onde se observou níti dos contatos tectônicos com as rochas do embasamento cristalino. O contato com a unidade superior, a Formação Pacujá se faz de forma gradacional, observando-se uma interdigitação dos conglomerados polimíticos que a representa com os areni-tos arcoseanos e grauvacas da formação sobreposta. Suas espessura nestas áreas alcança aproximadamente 200 metros e normalmente apresenta-se como uma sucessão de bancos superpostos, exibindo mergulhos da ordem de 20º para sul e sudeste, isto é, sempre dirigidos para o eixo principal do graben. O padrão tectônico exibido pela Formação Massapê, como resto por todo o Grupo Jaibaras é essencialmente de caráter rutural, sem evidências de deformação de natureza plástica.

Petrograficamente, a Formação Massapê é constituída de ortoconglomerados polimíticos com uma matriz areno-argilosa, cinza-arroxeada e esverdeada, endurecida, cimentando blocos angulosos, centimétricos de quartzo, gnaisse calcossilicatado, siltitos e calcário. Intercalam-se níveis lenticulares de arenito conglomerático com matriz argilosa cinza esverdea

da.

Constitui sem dúvida esta unidade o assoalho sobre o qual acumulou-se toda a sequência litológica do Grupo Jaibaras, sendo desta forma afetada por toda atividade tectônica subsequente da bacia. Suas características evidenciam um estreito condicionamento a área de relevo jovem, de acentuado desnível e representa a sedimentação não marinha relacionada à fase póstuma do soerguimento orogenético dos dobramentos Caririanos com o surgimento e desenvolvimento de "rift walleys" e intensa tectônica quebrável.

2.4.2.2 - Formação Pacujá

Ocupa a maior parte do "Graben Jaibaras" e as suas melhores exposições encontram-se no vale do rio Jaibaras. Outras áreas de ocorrências situam-se a noroeste das cidades de Santana do Acaraú e Sobral e arredores da cidade de Massapê. Compõe-se de sedimentos clásticos imaturos, que ocorrem normalmente como uma sucessão de bancos decimétricos bem estratificados e se sobrepõem concordantemente a Formação Massapê, apresentando em alguns perfis contatos gradacionais ou interdigitados.

Geralmente é recoberta por um solo arenoso pobre com uma capa vegetal praticamente ausente ou restrita a gramíneas ou arbustos de pequeno porte, possivelmente concentrados nas áreas de maior retenção de umidade.

Petrograficamente, a Formação Pacujá representa uma associação de arenitos líticos e arcoseanos com níveis de calcoarenitos, 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 acumulada em fossas tectônicas. Microscopicamente, estas rochas apresentam textura clástica granular, composição bastante heterogênea, rica em materiais lábeis, incluindo feldspatos parcialmente caulinizados, biotita e muscovita em pequenas palhetas. As únicas representações de grauvacas, na Formação Pacujá, foram registradas na área ao norte do serrote do Madeiro e entre Sapó e Mutambeiras, na margem direita do rio Acaraú. São rochas escuras com matriz cinza a cinza esverdeado, sem qualquer plano de estratificação e com elementos clásticos milimétricos caoticamente distribuidos na matriz. Dispõem-se em bancos geralmente espessos e em alguns locais exibem curiosas formas de esfoliação esferoidal. Estas rochas aparentemente assumem uma posição basal na Formação Pacujá e estão representadas apenas nas áreas onde o conjunto Massapê-Pacujá atinge provavelmente suas maiores espessuras. Esta área deve corresponder a seção de maior mobilidade do graben, onde a maior subsidência permitiu o estabelecimento de ambiente de sedimentação redutor.

A Formação Pacujá foi afetada por uma tectônica rígida generalizada, que a seccionou em blocos geralmente basculados, com mergulhos da ordem de 20° - 30° para os quadrantes SE e NO. Na área a oeste de Sobral, o graben Jaibaras sofre um acentuado estreitamento e as rochas da Formação Pacujá, comprimidas entre o "stock" granítico da Meruoca e o embasamento cristalino, mostram-se dobradas 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. Ainda geneticamente associado a estes esforços, observa-se um intenso fraturamento, que afetou a Formação Pacujá em toda extensão do graben. São fraturas de tensão sub-verticais, orientadas segundo NE-SO, além de um sistema subordinado segundo NO-SE.

Esta unidade corresponde a continuidade e fase principal do ciclo de sedimentação inaugurado com os conglomerados da Formação Massapê e relacionada ao desmantelamento dos blocos soerguidos ao fim da Orogênese Caririana. Este ciclo de sedimentação representa, no quadro geotectônico regional, a primeira fase do estádio de transição, que se seguiu a inversão dos geossinclinais Brasilianos, segundo Almeida (04).

2.4.2.3 - Formação Parapuí

As rochas vulcânicas da Formação Parapuí tem suas áreas de ocorrências intimamente associadas ao graben Jaibaras e são mormente limitadas por ele. Compreende uma complexa "suite" de rochas vulcânicas, incluindo extensos derrames de lavas, elementos piroclásticos e termos sub-vulcânicos representados por diques e soleiras, recobrindo em discordância ou cortando as formações inferiores do Grupo Jaibaras.

Na seção setentrional do graben Jaibaras, isto é, de Sobral para norte, ocorrem os mais extensos derrames de lavas mapeadas, destacando-se os complexos espilíticos do serrote do Madeiro e de Parapui, com espessuras da ordem de 350 metros. Nestes serrotes o caráter recorrente do vulcanismo Pa-

rapui é claramente observado, pois sucessivos derrames são testemunhados por níveis de lava amigdalóide intercalados em bancos maciços de lavas.

Na seção sul, no baixo curso do rio Jaibaras, observa-se uma diversidade de tipos litológicos e os corpos de rochas vulcânicas assumem formas alongadas. São pontos de destaque os corpos de lavas riolíticas por vezes queratofirizadas e que cortam claramente os derrames espilíticos e andesíticos, caracterizando a sua "mise in place" tardia em relação ao vulcanismo basalto andesítico.

As rochas vulcânicas dessa formação constituem uma típica "Província Petrográfica" segundo Costa et alii (26), apresentando variações contínuas na sua composição desde o polo mais básico, representado por basaltos e dioritos, até o polo mais ácido, representado por riolitos. O traço característico da Formação Parapuí, e que a individualiza das demais formações vulcânicas correlativas do Brasil, Grupos Bom Jesus, Castro e Itajaí, é o extensivo desenvolvimento de uma associação de lavas do tipo espilito-queratófiro, representadas por basaltos e andesitos totalmente espilitizados e mineralogicamente definidos pela associação albita-clorita-epídoto-tremolita-actinolita-calcita. Os termos ácidos são pouco desenvolvidos e aparentemente o processo de solidificação dos riolitos não se completou. Petrograficamente, o processo de queratofirização das efusivas ácidas, manifesta-se na albitização parcial dos feldspatos alcalinos de alguns riolitos, caracterizados mineralogicamente pela associação ortoclásio-sanidina-epídoto.

Além das rochas "albitofíricas" da suite espilito-quera

tófiro, compostas quase exclusivamente de tipos efusivos, a Formação Parapuí engloba ainda rochas vulcânicas e sub-vulcânicas "normais", incluindo diabásio, gabros, dacitos, riodacitos, riolitos, quartzo-monzonitos, microgranitos e sienitos.

Costa et alii (26), com base em estudos petroquímicos, constatou, no vulcanismo Parapuí, a coexistência de uma série calco-alcalina, sensu stricto; esta última possivelmente derivando da primeira por processo de contaminação siálica do mágma toleítico. Como evento derradeiro das manifestações vulcânicas desenvolveu-se uma atividade hidrotermal tardia, que resultou na alteração total ou parcial das rochas vulcânicas. Foram registradas fases de cloritização, sericitização, epidotização, carbonatação e silicificação, compondo uma assembléia do tipo propilítico, intimamente associados e que apresentam um claro zoneamento na província. Os efeitos tectônicos observados na Formação Parapuí limitam-se à zonas de brechação e milonitização ao longo dos falhamentos maiores, reativações póstumas de falhas do embasamento.

2.4.2.4 - Formação Aprazível

As áreas de ocorrência da Formação Aprazível, geralmente reduzidas, restringem-se a segmentos do graben Jaibaras e recobrem indistintamente as Formações Massapê, Parapuí e Pacujá. Ocorre invariavelmente na forma de mantos irregulares de espessura variável desde poucas dezenas de metros, ao longo da BR-222, até valores de 150 metros, a este da cidade de Massapê, nas proximidades do açude Acaraú-Mirim. Nos aflora

mentos caracteriza-se por um amontoado caótico de blocos espessos normalmente desprovidos de plano de estratificação.

A Formação Aprazível é constituída essencialmente por conglomerados grosseiros, polimíticos, mal classificados e normalmente não estratificados. São sedimentos extremamente grosseiros, incluindo blocos com diâmetro variando desde alguns centímetros até 1 metro, dominando a faixa entre 10 - 30 cm. Constituem uma perfeita amostragem de todos os tipos de rochas pré-Aprazível ocorrentes na área, a saber: gnaisses, xistos e filitos do embasamento; ardósias, quartzitos e calcário do Grupo Bambuí, aflorante fora da área do Projeto; arenitos arcoseanos e conglomerados das Formações Pacujá e Massapê; e principalmente blocos de rochas vulcânicas incluindo, espilitos vitrofíricos, diabásios, gabros, dacitos, riolitos, etc., e blocos dos granitos Mucambo e Meruoca-Rosário. A matriz é grossa, dominando elementos entre 1 - 2 mm de composição arcoseana e de coloração cinza amarelada a rósea e cinza esverdeada. Em algumas áreas observa-se matriz escura, quase preta, de natureza pelítica e mais raramente, matriz arenosa.

A Formação Aprazível não foi praticamente afetada pela tectônica quebrável generalizada, característica do graben Jaibaras e adjacências. Aparece, nesta área, sempre em posição sub-horizontal, recobrindo discordantemente as unidades mais antigas. Reativações póstumas associadas mormente ao lineamento Sobral-Pedro II atingiram esta Formação, originando faixas miloníticas e cataclásticas.

Esta Formação constituída de típicos fanglomerados depositados provavelmente em cones aluviais ao longo de linhas de falha, assinala o derradeiro episódio do estágio

de transição no processo de consolidação da plataforma, na região noroeste do Ceará.

2.4.2.5 - Granito tipo Meruoca

Kegel et alii (35), em 1958, consideraram o granito da serra Rosário-Meruoca como pertencente ao embasamento cristalino. Cobra (25), em 1963, admitiu uma fase intrusiva pré-vulcânica, representada pelo granito Mocambo, fora da área do Projeto, e outra mais recente, o granito Meruoca, de idade pós-vulcânica. Mabesoone et alii (38), em 1971, e Danni (28), em 1972, situam ambos no Grupo Jaibaras, considerando-os como resultantes de um evento pós-Trapiá e pré-Aprazível. Anteriormente, em 1968, Vandoros (60) calcado em datação radiométrica pelo método K/Ar de uma amostra do granito Meruoca, havia posicionado-o no Cambriano Médio, com uma idade de 440 milhões de anos. Finalmente, Costa et alii (26), em 1973 devido a presença de auréolas de termometamorfitos nas áreas de contato destes corpos graníticos com rochas do Grupo Bambuí e a ausência das mesmas no contato com as rochas do Grupo Jaibaras, consideraram para este evento magmático plutônico uma idade cambro-ordoviciana, posicionando-o evidentemente como pós-Bambuí e pré-Jaibaras.

O "stock" granítico da Meruoca, considerado aquí segundo concepção de Costa et alii (26), ocorre na porção oeste da folha Sobral e constitui as serras do Rosário e Meruoca, feições geomorfológicas marcantes na região, com um relevo montanhoso com escarpas abruptas. Localiza-se geograficamente a noroeste da cidade de Sobral e cerca de 50% de sua área to-

tal de 400 km^2 está enquadrada dentro dos limites do Projeto Fortaleza.

O granito da serra Rosário-Meruoca, na sua borda leste, exibe contato tectônico com as 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, com o aparecimento de hornfels à cordierita e tipos afins. Petrograficamente, este "stock" granítico apresenta uma surpreendente homogeneidade, com tipos petrográficos mineralogicamente semelhantes e raras diferenças granulométricas e texturais. A fácies petrográfica dominante é um granito vermelho, de grã grossa, equigranular e isotrópico. Ao microscópio, revela textura hipidiomórfica granular grosseira e é essencialmente constituído de ortoclásio pertítico, raro plagioclásio, quartzo e subordinadamente, biotita e hornblenda. Corresponde a um biotita-hornblenda-granito com variações locais para biotita-granito e granito leucocrático. O segundo tipo petrográfico identificado, trata-se de uma variante do anterior, distribuído preferencialmente na borda nordeste do "stock", e, diferindo do primeiro, apenas pela ausência sistemática de hornblenda e pela característica coloração cinza amarelada. Trata-se de típico biotita-granito. Merece destaque uma rocha de textura porfiróide de cor cinza, com afloramentos típicos no povoado de Jordão, composta essencialmente de ortoclásio pertítico, plagioclásio, quartzo, e biotita, além de fluorita incolor ou roxa. Esta rocha classificada como granófiro com textura gráfica, distingue-se do biotita-granito referido apenas pelas características texturais e modo de ocorrência.

O corpo granítico da serra da Barriga, foi posicionado por Costa et alii (26) no Pré-cambriano e definido pelos mesmos como um típico microclina-granito pós-cinemático segundo concepções de Marmo (41). Porém, informações recentes de Brito Neves (20, 21, 22) calcadas em datação radiométrica pelo método K/Ar (± 440 milhões de anos) nos levaram a correlacionar este maciço granítico intrusivo ao granito das serras do Rosário e Meruoca.

A serra da Barriga, de expressão morfológica marcante, constitui autêntico "inselberg" com cotas superiores a 800 metros. Estruturalmente, representa um "plug" granítico de contorno circular com aproximadamente 6 km de diâmetro, que secciona bruscamente as lineações e estruturas das rochas do embasamento cristalino. Petrograficamente corresponde a um granito de grã grossa, textura porfirítica e pegmatóide, branco a cinza claro. Ao microscópio, mostra textura hipidiomórfica granular grossa, algo cataclástica, e é constituído por microclina pertítica na forma de ripas e cristais sub-hedricos. Quartzo e oligoclásio compõem secundariamente o mosáico da rocha. A biotita aparece como acessório principal e a fluorita intersticial, moscovita e sericita como acessórios secundários. Existe uma caolizinização dirigida dos feldspatos, atuando no plagioclásio, enquanto o álcali-feldspato mostra-se praticamente inalterado.

As relações francamente discordantes destes dois corpos graníticos intrusivos, em relação às encaixantes e principalmente o seu posicionamento pós-Bambui e pré-Jaibaras, caracterizam a "mise em place" tardia destas rochas em relação as últimas manifestações da Orogênese Caririana. Sob este ponto

de vista, estes maciços graníticos corresponderiam aos granitos anorogênicos ou pós-cinemáticos da classificação de Eskola, in Marmo (41).

2.5 - Pré-Cambriano

2.5.1 - Introdução

O embasamento cristalino, que cobre cerca de 80% da área total do Projeto Fortaleza, em realidade, foi relativamente pouco estudado em seu conjunto, e os raros trabalhos realizados referem-se mormente a estudos fotointerpretativos ou com fins hidrogeológicos.

Kegel (35), em 1958, posicionou as rochas do embasamento cristalino como pertencentes à "Série Ceará", a qual deu idade algonquiana. Posteriormente, em 1965, subdividiu a área cristalina do nordeste brasileiro em blocos limitados por grandes falhamentos e com discordância tectônica bem distinta, os quais denominou de "corpos orogênicos". A área estudada é abrangida por cinco destes blocos. São os "corpos orogênicos" de Coreaú, no extremo noroeste, com direção dominante NE-SO; o Acaraú, no extremo oeste, como direção estrutural N-S; o Santa Quitéria, de forma triangular, com variados estilos de dobramento e direção estrutural; o Banabuiú, na parte sudoeste, mostrando direção estrutural predominante NE-SO; e o de Itapagé, que ocupa a parte central e mostra uma variada direção estrutural.

Morais et alii (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52) em 1963, baseados em trabalhos de fotointerpretação e raros dados de

campo, dividiram o embasamento cristalino em quatro grandes unidades litológicas: gnaisses dominantes; migmatitos dominantes; micaxistos dominantes; e granitos e migmatitos dominantes. Salienta a notável estrutura dômica em migmatitos a este e sudeste da cidade de Canidé, a área granítica de Maranguape e as intrusivas básicas dobradas em U a oeste do povoado de Amontada.

Beltrão et alii (08) em 1967, realizando estudos hidrogeológicos na Bacia Potiguar, caracterizou, no embasamento circundante, núcleos alongados, segundo N-S, de corpos granitóides dentro de um complexo rochoso indiferenciado, formado maiormente por gnaisses, incluindo micaxistos e migmatitos.

Em 1970, a SUDENE realizou um inventário hidrogeológico básico do nordeste, na escala 1:500.000. Bras & Caetano (18) na folha Sobral, dividiu litologicamente o embasamento cristalino em três unidades: a) gnaisses incluindo migmatitos, granitos e quartzitos; b) migmatitos, associados a micaxisto e granitos; e c) granito e xistos. Esta última caracterizada por um indefinido estilo de dobramento e intrincado sistema de fraturamento. Beltrão (09), na folha Fortaleza, posicionou as rochas cristalinas na "Série Ceará" de Crandall (27) representadas principalmente por granitos, migmatitos, gnaisses e xistos. Estruturalmente definiriam um grande sinclinório, cujo eixo segue a direção geral NE-SO, desenvolvendo segundo o mesmo, as grandes dorsais graníticas da serra de Maranguape e Baturité. Leal (37) admitindo a interpretação feita por Suszczynski (59), de que as "dorsais geanticlinais" constituídas por rochas com grau de metamorfismo mais elevado (migmatitos e granitos) são mais recentes do que as depressões laterais, estabeleceu para a área da folha Quixadá,

a seguinte cronoestratigrafia em ordem decrescente de idade: a) Gnaisses, micaxistos e calcários metamórficos; b) Migmatitos e anatexitos; e c) Granitos e dioritos. Já Manoel Filho ( ), na folha Aracatí, subdividiu o pré-Cambriano em pré-Cambriano indiferenciado, representado por uma sequência magmática constituída de dioritos, granodioritos, granitos e diques pegmatíticos; Grupo Caicó, pré-Cambriano inferior, com metarcóseos, gnaisses bandeados e facoidais, calcários metamórficos, migmatitos e anfibolitos; e Grupo Seridó, pré-Cambriano superior com micaxistos dominantes, e Formação Equador na parte basal.

Ferreira (30), em 1972, posicionou todo o embasamento ao norte do Estado do Ceará, nas denominadas "regiões de dobramentos Brasilianos", compreendendo áreas cratônicas antigas rejuvenescidas, ao lado de áreas dobradas neste ciclo. Santos et alii (57), em 1973, baseado em dados bibliográficos situou no pré-Cambriano indiviso três unidades: a) Embasamento migmatito-granítico provável, com migmatitos e granitóides dominantes; b) Pré-Cambriano A migmatítico e pré-Cambriano indiviso rejuvenescido no ciclo brasiliano com gnaisses e migmatitos dominantes; e c) Eruptivas ácidas e intermediárias com granitóide e diorito. O denominado pré-Cambriano A (620 a 900 m.a.) é constituído pelo Grupo Ceará com filitos, xistos, gnaisses, quartzitos, leptinitos e calcários. Já Brito Neves (19), em 1973, sintetiza, cronologicamente, o pré-Cambriano nordestino com um complexo granito-migmatítico antigo, basal, dominante em "altos" regionais, eminentemente metassomático, que engloba às vezes parte dos metamorfitos superiores. Sobre este complexo basal advém uma unidade com dominância de gnaisses e leptinitos claros, com intercala-

ções anfibolíticas e gnaisses hornblêndicos, migmatizada em diferentes graus com lentes de calcário e escarnito. Na parte superior, de forma concordante, ocorre uma sequência de micaxistos a biotita e granada, com gnaissificações parciais, quartzitos basais e camadas calcárias intercaladas. Em 1974, e posteriormente em 1975, o mesmo autor, baseado em cerca de 150 datações radiométricas realizadas no pré-Cambriano nordestino, propôs um modelo geotectônico para o mesmo, subdividindo-o em Núcleos Cratônicos, Maciços Medianos e Faixas de Dobramentos. Na área aqui estudada, individualizou os Maciços Medianos de Santa Quitéria e Tróia e a faixa de Dobramento Jaguaribeana.

Costa et alii (26), em 1973, no noroeste do Estado do Ceará adotaram basicamente critérios tectônico estruturais para o estabelecimento de um esquema tectônico estratigráfico da região. Individualizaram cinco compartimentos tectônicos distintos, que, de noroeste para sudeste, denominaram Horst Granja, Graben Martinópole, Horst Tucunduba, Graben Bambuí-Jaibaras, e Plataforma de Sobral.

Os trabalhos efetuados nesta primeira etapa de campo, na maior parte da área do Projeto, nos possibilitaram individualizar e caracterizar unidades litoestratigráficas, baseadas principalmente nos seus conteúdos litológicos e posicionamento geotectônico. Deste modo, conseguiu-se distinguir cinco unidades, a saber: a) um conjunto de rochas plutônicas granulares constituído de granitos, granodioritos, dioritos e gabros, e sienitos; b) um complexo migmatito-granitóide correspondente aos "domos migmatíticos" de Menhert (43), com feições diapíricas; c) um complexo migmatito-gnáissico;

d) uma unidade com gnaisses quartzo-feldspáticos dominantes; e finalmente, e) uma com quartzitos, gnaisses e filitos com intercalações de calcário.

2.5.2 - Quartzitos, gnaisses e filitos

Esta unidade ocorre nas folhas Sobral, Aracati e Quixadá, geralmente como faixas estreitas e alongadas, e engloba ectinitos, cuja fácies metamórfica varia desde os xistos verdes a anfibolito.

Morais et alii (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52), em 1963, provavelmente foram os primeiros a individualizarem em mapa, uma estreita faixa concordante a estruturação regional, e a qual consideraram constituída de quartzito e micaxisto. Esta faixa se inicia a noroeste do povoado de Ibicuitinga, e se estende para nordeste, passando pelo povoado do Boqueirão do Cezário, e sendo recoberta mais ao norte pelos sedimentos cenozóicos. Em 1970, Manoel Filho (40) considerou esta faixa como constituída unicamente de quartzitos, correlacionando-a à Formação Equador do Grupo Seridó de Ferreira & Albuquerque (29). Já Santos (56), em 1972, além de ampliar sua área de ocorrência até os povoados de Cristais e Chorózinho, mapeou outra pequena faixa a noroeste da cidade de Itaiçaba. Colocou as rochas destas duas faixas como pertencentes ao Grupo Ceará e definiu-as como constituída de quartzitos, filitos, xistos, gnaisses, leptinitos e calcários. Adotamos para a primeira faixa os mesmos limites delineados por Manoel Filho (40) e Morais et alii (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52), caracterizando-a como uma sequência de quartzitos basais, laminados e moscovíticos, hornblenda-biotita-gnaisses, gnaisses cal-

cossilicatados e lentes calcárias intercaladas na parte superior. A noroeste da cidade de Itaiçaba, os quartzitos basais correspondem habitualmente a quartzitos brancos puros, em bancos maciços ou micáceos, laminados, geralmente cataclasados e fraturados. Acima, estratigraficamente, ocorrem filitos marrom avermelhados, finos, sedosos e bastante alterados. Quando profundamente alterados apresentam-se como material terroso, lembrando às vezes típicas ardósias.

As áreas acima descritas exibem um estilo tectônico estruturado em uma série de dobramentos harmônicos apertados, geralmente assimétricos e recumbentes, cujos flancos possuem caimento variável entre 60° e 80°. E comum o desenvolvimento, nos quartzitos basais, de microdobramentos tipo "flexural slip folds" com planos axiais com vergência para noroeste. Os contatos com o complexo migmatito-gnáissico regional se faz aparentemente de forma concordante.

Costa et alii (26), em 1973, foram os primeiros a definirem uma sequência metamórfica de baixo grau a noroeste da cidade de Massapê e na região do açude Tucunduba, ambas na folha Sobral, e correlacioná-las duvidosamente à "Série Ceará" de Crandall. Nestas áreas, os seus contatos com as rochas do embasamento cristalino migmatizado, se faz geralmente através de zonas de falhamentos. Constituem-se predominantemente de xisto de grã grossa, sem evidência de feldspatização, variando desde moscovita-biotita-quartzo-xistos a biotita-xistos. As micas formam agregados paralelos e mais comumente, ondulados e/ou crenulados, com leitos de sílica inclusos, concordantes com a xistosidade, e são frequentes intercalações de quartzitos com espessura máxima de 10 metros. Localmente, ocorrem clorita-sericita-xistos, sericita-talco-xis

tos e moscovita-xistos finos com níveis de quartzo leitoso de segregação metamórfica. Próximo a zona de contato com o "Graben Jaibaras" ao longo da falha Massapê, ocorrem bancos de calcário cinza azulado a esverdeado, silicificado. Ao longo da borda nordeste do granito Meruoca, as rochas desta sequência foram afetadas pelos processos de metamorfismo térmico consequentes da intrusão granítica.

A faixa de rochas situada a noroeste da cidade de Massapê, exibe, do lado leste, contato tectônico com as formações do Grupo Jaibaras, ao longo da falha Massapê; do lado oeste, o contato com o complexo migmatito-gnáissico é também de natureza tectônica, através de falha inversa, com baixo ângulo de mergulho para sudeste. Estruturalmente, esta faixa comporta-se como uma grande anticlinal invertida, cujos flancos mergulham para sudeste com valores da ordem de 20°-30°. Na região do açude Tucunduba, o contato a sudeste com as rochas do complexo migmatito-gnáissico é feito através de falhamento inverso; à nordeste, as rochas são recobertas pelos sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras.

Além das áreas acima descritas e anteriormente conhecidas, mapeamos mais duas áreas como pertencentes a esta unidade. A primeira, na folha Sobral, representada por uma faixa estreita e alongada, se inicia a este do povoado de Juá, com direção N-S, sofre uma virgação de 90°, à sudeste da cidade de Irauçuba, tomando a direção E-O. Na altura do povoado de Caxitoré, sofre nova virgação, voltando a ter a direção original, e se estendendo para o norte até alcançar a zona de tabuleiros de sedimentos cenozóicos, que a recobre. A segunda, na folha Quixadá, situa-se a sudeste da cidade de Monsenhor Tabosa e é truncada, ao norte, pela falha do Rio Groaí-

ras. Seus contatos com as rochas sotopostas são concordantes e são constituídas por cianita-moscovita-quartzito basal, cianita-biotita-gnaisse, biotita-granada-gnaisse e biotita-gnaisse arcoseano, com intercalações de rochas calcossilicatadas e lentes calcárias.

O quartzito basal apresenta-se bem laminado formando bancos com 10 a 30 cm de espessura. Nos planos de laminação da rocha é frequente o desenvolvimento de lamelas de moscovita e cristais alongados de cianita azul claro. Os gnaisses foliados de composição biotítica apresentam geralmente leitos decimétricos arcoseanos de grã grossa com concentração de cristais milimétricas de granada. Os cianita-gnaisses, ricos em biotita, de grã grossa, às vezes porfiroblásticos, possuem cor variável do cinza ao cinza escuro. Localmente, o desenvolvimento das lamelas de biotita, que alcançam até 1 cm de comprimento, confere à rocha um caráter xistoso pronunciado. Podem conter ou não granada na sua composição mineralógica.

O calcário cristalino, geralmente dolomítico ocorre na forma de lentes concordantes aos gnaisses encaixantes, com espessura variável de 2 a 15 m, no máximo. São cinza esbranquiçados, de grã média a grossa, e quando alterados propiciam o desenvolvimento de um solo argiloso castanho escuro e negro.

Estruturalmente, a faixa a sudeste da cidade de Monsenhor Tabosa, tem como característica principal a presença de braquidobras recumbentes cujos flancos possuem caimento variável de 15° a 30° para oeste. A faixa de Caxitoré, que contorna paralelamente a borda do complexo migmatito-granitóide apresenta dobramentos recumbentes assimétricos apertados,

com vergência geral para S e O.

Regionalmente, estas faixas de ectinitos de baixo a alto grau de metamorfismo, representariam restos de grandes estruturas sinclinoriais, aparentemente concordantes ao embasamento cristalino migmatizado.

Esta unidade corresponderia estrutural e litologicamente à mesma faixa de parametamorfitos da região de Orós, consagrada na estratigrafia do Nordeste do Brasil como pertencente à Série Ceará de Crandall (27). Porém, a polêmica criada em torno deste termo em seus conceitos modernos, nos levou, no atual estágio de estudos a não utilizá-lo, apesar de ser mencionado na bibliografia de interesse da área estudada.

2.5.3.- Gnaisses quartzo-feldspáticos

Esta unidade ocorre em duas áreas distintas. A primeira a oeste da cidade de Quixadá de forma restrita. A segunda, entre o distrito de Madalena e a cidade de Monsenhor Tabosa, abrange duas faixas estreitas de direção aproximada N-S, margeando a sequência de quartzitos e gnaisses a cianita, que são truncadas ao norte pela falha do Rio Groaíras.

Devido a quase ausência de trabalhos realizados na área, nesta primeira etapa de campo, esta unidade não foi realmente bem caracterizada e, é provavel, que se prolongue para norte, além da falha do Rio Groaíras.

Seus contatos com a sequência de quartzitos e cianita-gnaisses superiores são aparentemente concordantes. Litologicamente, é constituída predominantemente de gnaisses quartzo feldspáticos, bastante endurecidos, maciços, formando ban-

cos de espessura variável entre 20-60 cm. São frequentes intercalações de hornblenda-gnaisses e anfibolitos laminados com 3 cm de espessura em média, geralmente bastante alterados, resultando solos argilosos cinza escuros a negros. Os gnaisses quartzo-feldspáticos geralmente são cortados por veios pegmatóides e/ou aplíticos, centimétricos.

Estruturalmente, na área a oeste de Quixadá, ocorre uma sinforme assimétrica com fechamento periclinal. Na faixa a leste, apresenta-se como uma aparente monoclinal com caimento suave para oeste, cujos ângulos de mergulho da foliação alcançam no máximo 15°.

Esta unidade correlaciona-se provavelmente aos Grupos Cruzeta e Independência, definidos por Barreto (07), em 1967 na área das cidades homônimas, e caracterizados como uma unidade com dominância de gnaisses e leptinitos claros, com intercalações anfibolíticas e hornblenda biotita-gnaisses, migmatizados em diferentes graus, e com intercalações de lentes calcárias e escarnitos.

2.5.4 - Complexo migmatito-granitóide

Esta unidade ocupa 20% da área total do Projeto Fortaleza, ocorrendo nas quatro folhas que o compõe, sendo constituída por dois complexos distintos aquí denominados de Tamboril-Itapagé e Maranguape.

Em 1963, Morais et alii (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52), no reconhecimento fotogeológico do Brasil, descreveu áreas com predominância de migmatitos e granitos, nas regiões das cidades de Santa Quitéria, Tamboril, Monsenhor Tabosa, Irauçuba

e Itapagé, abrangendo grande parte dos denominados "blocos orogênicos de Santa Quitéria e Itapagé" de Kegel (34). Por outro lado, ressalta a presença de corpos graníticos intrusivos dentro das áreas acima mencionadas. Os principais localizam-se a sul da cidade de Santa Quitéria, a oeste da cidade de Monsenhor Tabosa, e o da serra de Maranguape, a sudoeste da cidade de Fortaleza. Já Beltrão (09) em 1970, define estruturalmente, na porção centro-norte do Projeto Fortaleza, um grande sinclinório, cujo eixo segue a direção geral NE-SO, desenvolvendo segundo os mesmos, as grandes dorsais graníticas das serras de Maranguape e Baturité. Santos et alii (57) em 1973, definiu nas folhas Quixadá e Sobral, os limites do que considerou como embasamento migmatito-granítico provável, com granitóides e migmatitos dominantes. O mesmo autor considera a área das cidades de Pacatuba e Maranguape, a sudoeste de Fortaleza, como uma unidade de eruptivas ácidas, com granitóides dominantes, posicionada no pré-Cambriano indiferenciado. Já Brito Neves (19) em 1973, considera estas áreas migmatito-graníticas como um complexo antigo, eminentemente metassomático, dominante em "altos regionais" e que às vêzes engloba parte dos metamorfitos superiores.

O Complexo Tamboril-Itapagé apresenta-se, na folha Sobral, com forma de corpo alongado na direção geral NE-SO, 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 Quixadá, com a forma aproximada de um quadrado, cujo um dos lados corresponde a falha do Rio Groaíras. A oeste da falha, que o limita a leste, o corpo se prolonga para sul, com forma aproximadamente elip

soidal, cujo eixo maior possui direção NO-SE. Engloba as regiões das cidades de Santa Quitéria, Tamboril, Monsenhor Tabosa e do açude de Araras, ocupando cerca de 1/3 da área tota da folha Quixadá.

O Complexo de Maranguape possui a forma aproximada de uma gota d'água. Tem como limite sul a cidade de Palmácia, se estreitando a medida que se prolonga na direção norte, onde é recoberto, no litoral, pelos sedimentos cenozóicos do Grupo Barreiras. Sua maior área de afloramento ocorre na folha Fortaleza e engloba parte da região serrana de Baturité e as serras de Pacatuba e Maranguape.

O Complexo Tamboril-Itapagé, estudado de maneira pormenorizada somente na folha Sobral, e o Complexo Maranguape pelos seus posicionamentos estruturais dentro do contexto geológico regional, podem ser caracterizados como típicos "domos migmatíticos" e, segundo concepção de Mehnert (43), são formados por movimentos diapíricos de massas resultantes de reomorfismo do substrato gnáissico supracrustal, em nível mais profundo do que aqueles das rochas regionais.

O que se observa nestes complexos é uma zonação não conspícua da sua periferia para o núcleo, onde a homogeneização, a perda de praticamente toda orientação da rocha, e o aumento da blastese de caráter potássico principalmente, propiciam a formação de corpos de composição essencialmente granítica. Litologicamente, estes núcleos são constituídos por granitos à biotita e/ou hornblenda, homogêneos, de grã média a grossa, equigranulares ou porfiróides. Envolvendo estes núcleos graníticos, ocorrem predominantemente diatexitos com estruturas nebulítica e "schlieren" dominantes, e núcleos

anatéticos localizados e de pequenas dimensões. É comum, no meio da massa migmatizada, a presença de remanescentes constituídos essencialmente de anfibólio-gnaisses, anfibolitos e rochas calcossilicatadas. Deve-se salientar que o Complexo Maranguape é cortado por diques de diabásio e brechas vulcânicas de composição básica a alcalina, que preenchem normalmente zonas de fraturamento de tensão.

Estes "domos migmatíticos" não apresentam um contato definido com as rochas circundantes, em contraste com os maciços graníticos normais. Mostram geralmente um contato transicional, caracterizado pela passagem em sua borda das rochas mais ou menos metablásticas, para os gnaisses e metatexitos do aquí denominado Complexo migmatito-gnáissico. A oeste da cidade de Itapipoca, o contato entre o Complexo migmatito-granitóide e os gnaisses circundantes se faz de modo brusco, passando-se diretamente dos granitos porfiróides para gnaisses bandeados e constituídos predominantemente por quartzo, feldspato, biotita e granada.

A falta de uma auréola de termometamorfismo nas rochas supra crustais, que circunscrevem as massas graníticas, é uma característica destes "domos migmatíticos", visto que a formação dos granitos anatéticos é realizada sob as mesmas ou similares condições termodinâmicas do metamorfismo das rochas encaixantes. Em outras palavras, granitos e gnaisses são rochas isofaciais.

Do ponto de vista estrutural, esta unidade é excessivamente monótona e a homogeneização das litologias que a com

põe, reflete-se na diluição dos alinhamentos estruturais e ausência de elementos planares, quando observada em fotografias aéreas. Apenas na região das cidades de Santa Quitéria e Tamboril é possível visualizar nas fotos aéreas, alguns alinhamentos estruturais, configurando áreas dobradas e, evidenciados, na maioria das vezes, por finas cristas, provavelmente remanencentes quartzíticos ou níveis de rochas calcossilicatadas não absorvidos pela migmatização. Deve-se salientar que a tectônica rígida além de falhamentos locais, proporcionou o desenvolvimento nesta unidade, de um sistema de fraturamento com direção NO-SE dominante, no qual geralmente está encaixada a drenagem de 2ª e 3ª ordem.

2.5.5 - Complexo migmatito-gnáissico

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

Os trabalhos anteriormente efetuados por Morais et alii (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52), Braz & Caetano (18), e Leal (37) caracterizam esta unidade como constituída de gnaisses, migmatitos e xistos, e a posicionam no pré-Cambriano Indiferenciado. Manoel Filho (40), na folha Aracati, correlacionou-a ao Grupo Caicó de Ferreira e Albuquerque (29), constituído de metarcóseos, gnaisses bandeados e facoidais, calcários metamórficos, migmatitos e anfibolitos. Posteriormente, Santos et alii (57) definiram-na como englobando rochas do pré-Cambriano A migmatizado e do pré-Cambriano Indiviso rejuvenescido no ciclo Brasiliano. Já Brito Neves (19) caracteri

za-a como uma unidade de dominância de gnaisses e leptinitos claros, com intercalações anfibolíticas e gnaisses hornblêndicos migmatizados em diferentes graus; posiciona-a cronologicamente acima de um complexo granito-migmatítico e abaixo da seqüência de micaxistos com gnaissificações parciais, quartzitos basais e camadas calcárias intercaladas.

Baseando-se nos estudos por nós efetuados, esta unidade, corresponde a uma sequência metamórfica pertencente à fácies almandina-anfibolito, com uma foliação bem distinta, tanto em escala de afloramento como em fotografia aérea. Nela se inclui quartzitos, anfibolitos, rochas calcóssilicatadas, calcários dolomíticos, paragnaisses, paragnaisses quartzo-feldspáticos, gnaisses granulitos, leptinitos, gnaisses granodioríticos e dioríticos, metabasitos e gnaisses migmatíticos anfibolíticos. Em grande parte de sua área de ocorrência, principalmente nas folhas Fortaleza e Aracatí, na região da cidade de Bonhu e do povoado de Pedra, esta unidade apresenta-se muito migmatizada com predominância de estruturas estromática, dobrada e flebítica, e com núcleos anatéticos de pequenas dimensões dificilmente separáveis.

Os paragnaisses dominam amplamente, são foliados e/ou bandeados e apresentam petrograficamente tipos como biotita-gnaisse, biotita-hornblenda-gnaisse, sillimanita-granada-cianita-biotita-gnaisse, sillimanita-moscovita-biotita-gnaisse e sillimanita-biotita-gnaisse. Deve-se salientar que a presença da sillimanita só ou em conjunto com a cianita ocorre predominantemente nas folhas Sobral e Quixadá. Ao longo da zona de falhamento de Senador Pompeu, os gnaisses apresentam características cataclásticas e textura porfiroblástica, com desenvolvimento de fenoblastos de feldspato. A blastese deve

ter ocorrido concomitantemente ao esforço cisalhante, pois os fenoblastos são, via de regra, achatados e alongados segundo o plano de laminação da rocha.

Gnaisses granodioríticos e dioríticos compostos essencialmente de oligoclásio, quartzo, hornblenda, biotita e álcali-feldspato pertítico, e com zircão, apatita e rutilo como acessórios, são bastante comuns na área a sul do distrito de Madalena, na folha Quixadá. Ocorrem em áreas topograficamente rebaixadas, com desenvolvimento de solo argiloso cinza escuro, que lhes confere uma tonalidade cinza esbranquiçada em fotografia aérea.

Lentes de calcários dolomíticos e níveis anfibolíticos, associados ou não, são comuns e geralmente situam-se em áreas de dobramentos complexos de forma ovalada, amebóide ou em U. Como exemplos citamos as áreas entre as cidades de Ipiuna e Quixadá; Catuana e Itapebussú, à sul/sudeste do distrito de Madalena; e a oeste da cidade de Amontada.

Os anfibolitos geralmente possuem textura nematoblástica típica, com prismas de anfibólio e/ou piroxênio arranjados sub-paralelamente. Os poucos dados petrográficos existentes e as relações de campo, propiciam a distinção de dois tipos principais. Os primeiros ocorrem sempre associados a níveis calcários e/ou rochas calcossilicatadas e são constituídos de plagioclásio cálcico ou intermediário, diopsídio, hornblenda, quartzo,,biotita, epidoto e às vezes zoisita. Como acessórios são frequentes a apatita, carbonato e titanita. Já os segundos, localizados principalmente a oeste da cidade de Amontada, apresentam sempre a augita na sua composição, além do plagioclásio cálcico e hornblenda, e podem ser

classificados como piroxênio-anfibolitos.

Os calcários dolomíticos apresentam-se ora bandeados, em faixas esbranquiçadas alternando com faixas cinzas escuras e micáceas e/ou anfibolíticas, ora maciços de cor branca leitosa a creme. No geral, possuem grã média a fina e quando parcialmente decompostos podem apresentar textura sacaroidal típica. Deve-se salientar que os calcários comportam-se em todos os casos como rochas altamente plásticas e suas camadas são frequentemente dobradas de maneira apertada, contorcidas e transformadas em lentes ou corpos maciços irregulares de pequenas dimensões, geralmente não mapeáveis na escala 1:250.000.

Os quartzitos, que se sobressaem topograficamente, formando finas cristas descontínuas e alongadas segundo a direção de foliação geral das rochas, são laminados e micáceos, ou maciços, devido a intensa recristalização que os afetaram. Na região do açude público Pompeu Sobrinho, a tectônica imposta aos quartzitos desenvolveu uma intensa crenulação nos planos de laminação da rocha. Os metabasitos ocorrem em dimensões e formas variadas e normalmente encontram-se profundamente alterados, com solo argiloso castanho escuro a negro.

Basicamente, o estilo estrutural desta unidade, na área estudada, caracteriza-se principalmente pela associação de áreas de caráter dômico, evidenciado por microdobramentos intra-foliação, e dobramentos lineares. Modelos de interferência produzidos na superfície são frequentes, e provavelmente são causados pela superposição de estruturas relativas a períodos orogenéticos diferentes. Na região de Itaitira, pou

co estudada, delinea-se um sistema complexo de dobramento no qual sobressaem braquidobras alongadas e ovais, associadas a dobramentos lineares cujos flancos apresentam-se bastante comprimidos.

A presença marcante da sillimanita e cianita, associadas ou não, levou-nos a colocar esta sequência de metamorfitos como pertencente a fácies almandina-anfibolito, tipo Barrowiano, caracterizada por baixas temperaturas e pressões intermediárias, in Winkler (63). De acordo com o conceito de tipos báricos de metamorfismo, de Miyashiro (44), esta sequência enquadraria-se perfeitamente no tipo cianita-sillimanita, correspondente também a pressões médias e temperatura variável de baixa a alta.

2.5.6 - Granitóides de posicionamento duvidoso

Esta unidade congrega uma associação de rochas de grã e textura semelhantes, porém de composição petrográfica e condicionamento tectônico bastante diversificados. Ocorrem geralmente na forma de corpos isolados na folha Sobral, Quixadá e Aracati, e são caracterizados mormente pela sua composição petrográfica. A seguir damos uma descrição sucinta dos diversos corpos individualizados.

2.5.6.1 - Granitóide de Quixadá

Ocupa as regiões circunvizinhas a cidade homônima e possui forma aproximadamente elipsoidal, cujo eixo maior tem direção NE-SO. Morfologicamente configura-se como um campo de

"inselbergs" dominando uma região bastante plana e arrasada.

Apesar de Morais et alii (46,49), Manoel Filho (40), Leal (37) e Santos et alii (57), consideraram esta unidade como constituída de rochas intrusivas dioríticas, na realidade, ela tem uma composição granodiorítica dominante. Petrograficamente ocorrem biotita e/ou hornblenda granodiorito mesocrático, homogêneo, heterogranular, de cor cinza escuro, grã média a grossa, com uma textura porfiróide gnáissica dominante, evidenciada pela presença de fenoblastos ou de um conjunto de vários grãos mais desenvolvidos, tanto de feldspatos como de ferro-magnesianos. Ao microscópio, estes fenoblastos estão dispostos geralmente em uma matriz de granulação média, orientada, e os feldspatos são, via de regra, mal individualizados, deformados, interpenetrados e com frequente crescimento mirmequítico. Localmente ocorrem manchas de composição diorítica e biotita-hornblenda gnaisse fino, na forma de remanescentes não assimilados pela feldspatização, e que provavelmente constitui restos do paleossoma original não digerido.

Ocorre de forma concordante com os gnaisses e migmatitos do Complexo migmatito-gnáissico e, localmente, o contato pode apresentar características gradacionais devido a intensa feldspatização a que foram submetidas as rochas circundantes.

2.5.6.2 - Granitóide Araras

Ocorre no extremo noroeste da folha Quixadá, a norte do açúde homônimo e foi definido primeiramente por Costa et alii (26) como um típico biotita-hornblenda granito.

Trata-se de um granito metassomático cinza claro, de granulação grossa a média, isótropo, equigranular, formado por feldspato, quartzo, hornblenda e biotita. Por vezes apresenta restos do paleossoma gnáissico à biotita e anfibólio, na forma de enclaves não digeridos. A homogeneidade litológica reflete-se na diluição das lineações estruturais e ausência de elementos planares, quando observado em foto áérea. Os contatos do granito com os migmatitos e gnaisses são transicionais, por vezes discordantes, o que de certa forma sugere um caráter tardi-cinemático do processo de granitização.

Ao microscópio, exibe uma textura hipidiomórfica granular típica, com os cristais de máficos e feldspatos em parte idiomorfos e o quartzo xenomorfo. Os feldspatos são o ortoclásio pertítico e o plagioclásio ácido, ambos normalmente bem preservados, e em cristais prismáticos, por vezes com zoneamento, no caso dos plagioclásios e pertitizado no caso do ortoclásio. Os máficos principais são a biotita, em parte cloritizada e a hornblenda verde comum. Além da clorita, são minerais secundários abundantes a sericita e o epidoto.

2.5.6.3 - Granitóide Serra Azul

Ocorrem como corpos isolados de forma aproximadamente oval, a sul e sudoeste do povoado de Oiticica, na folha Aracati.

São granitóides leucocráticos, maciços, homogêneos, grã média a grossa, cor rósea, constituídos por quartzo, feldspato róseo e biotita. Localmente, de forma restrita, apresenta às vezes uma fácies com características pegmatóides.

São via de regra concordantes com a foliação dos gnaisses e migmatitos encaixantes e separados dos mesmos por contatos nítidos.

2.5.6.4 - Granitóide Lagoa da Serra

Esta unidade engloba dois corpos de forma elipsoidal alongada, situados a sul da cidade de Bonhu, na folha Aracati. Apresentam um posicionamento estrutural bem definido, ocupando núcleos de antiformes normais. São totalmente concordantes com as estruturas regionais e morfologicamente caracterizam-se por zonas aplainadas sem vegetação e com o desenvolvimento de um solo arenoso grosseiro, cinza esbranquiçado.

São granitos leucocráticos róseos, de grã fina a média, constituídos predominantemente por quartzo e feldspato róseo. Os máficos representados pela biotita e/ou hornblenda, e a magnetita, como acessório principal, perfazem uma percentagem ínfima na composição total da rocha. Apresentam geralmente uma tênue orientação que lhe conferem uma textura pseudognáissica.

2.5.6.5 - Dioritos

Em 1963, Morais et alii (47, 51), chama a atenção para a presença de rochas básicas intrusivas dobradas em forma de U, a oeste da cidade de Amontada. Com o desenvolvimento dos trabalhos nesta primeira etapa de campo, outros corpos foram mapeados nas folhas Sobral, Quixadá e Aracati. Na folha Sobral, além do já acima mencionado, ocorrem mais dois corpos

a sul da cidade de Pentecoste; na folha Quixadá, a sudoeste do povoado de Madalena; e na folha Aracati, a este e sudeste, respectivamente da cidade de Capistrano e do distrito de Caio Prado. Morfologicamente, representam áreas rebaixadas, nas quais desenvolve-se um solo argiloso cinza escuro a negro, sendo difícil encontrar afloramentos da rocha fresca.

Apresenta geralmente forma circular a elipsoidal e são circundados continuamente por uma franja laminar, topograficamente ressaltada, constituída por rocha quartzo-feldspática (leptinito) de grã fina a média, geralmente com raras palhetas de biotita na composição.

Correspondem a rochas de composição diorítica, melanocráticas, de grã média a grossa, homogêneas, constituídas essencialmente de plagioclásio (andesina), biotita, hiperstênio, augita e hornblenda básica, e apatita e carbonato como acessório. Apresentam-se parcialmente alteradas, fraturadas e recortadas por veios pegmatíticos e aplitos. Localmente estas rochas encontram-se parcialmente feldspatizadas, com desenvolvimento de pórfiros de feldspato de 1 a 2 cm de diâmetro.

2.5.6.6 - Sienito Tucunduba

Ocorre a nordeste da cidade de Senador Sá, constituindo a serra homônima, feição morfológica isolada com elevação da ordem de 700 metros, que se destaca na monotonia do pediplano arrasado, característico das áreas migmatíticas locais e coberturas cenozóicas.

Petrograficamente, corresponde a um sienito de grã grossa, porfiróide, com cristais automórficos maclados de até

8 cm de comprimento, dispersos aleatoriamente em matriz verde escura, média a fina granular, com pontuações brancas. Ao microscópio, os pórfiros de feldspatos correspondem a oligoclásio com geminação polissintética fina e regular, e na matriz sobressaem pequenos cristais de álcali-feldspato em um mosaico de quartzo, epidoto, clorita e sericita. A composição varia desde termos francamente sieníticos predominantes, até quartzo-sieníticos e granodioritos. A localização do corpo sienítico de Tucunduba entre zonas de cizalhamento, propiciou o desenvolvimento de cataclasitos e milonitos tanto nas bordas como no interior do mesmo.

CPRM

III - OBSERVAÇÕES SOBRE UM POSSIVEL MODELO GEOTECTONICO PARA A ÁREA PRE-CAMBRIANA DO PROJETO FORTALEZA

3 - OBSERVAÇÕES SOBRE UM POSSÍVEL MODELO GEOTECTÔNICO PARA A ÁREA PRÉ-CAMBRIANA DO PROJETO FORTALEZA.

3.1 - Introdução

Com o desenvolvimento dos trabalhos do Projeto Fortaleza, muitas características desconhecidas ou superficialmente conhecidas através de estudos fotogeológicos nas áreas pré-cambrianas vieram a tona, exigindo uma nova concepção geológica que as situassem em relação aos modelos geotectônicos recentemente elaborados. Deste modo, procurou-se encontrar na literatura geológica mundial, algumas similaridades com outras áreas pré-cambrianas dos diversos continentes.

Deve-se enfatizar que esta exposição trata-se de uma hipótese de trabalho com muitos pontos duvidosos em vista da própria limitação dos dados atuais e dos objetivos do trabalho realizado.

3.2 - Conceito de Cinturões Móveis

Anhaeusser et alii (06), em 1969, mostraram que o uso do conceito de geossinclinal alpino, para explicar a geologia pré-cambriana, apresenta-se enganoso na maioria das vezes, mormente quando utilizados para os denominados "Cinturões Móveis" ou "Mobile Belts". Estes autores idealizaram, para estas áreas pré-cambrianas, um modelo no qual, núcleos cratônicos estáveis muito antigos, incorporam faixas de rochas pertencentes à fácies xisto verdes, os "Greenstone Belts" ou "Cinturões de rochas verdes", e são bordejados por zonas alon

gadas, altamente metamorfoseadas e granitizadas, os "Cinturões Móveis". Embora mais jovens que os cratons, aos quais tendem a contornar, os "Cinturões Móveis" constituem também, uma parte integral dos escudos cristalinos.

O conceito de "Cinturões Móveis" ou "Mobile Belts" foi utilizado por Anhaeusser et alii (06) em substituição a "Orogenic Belt", que implica numa evolução geotectônica envolvendo os conceitos de geossinclinal e orogenia, que não foram satisfatoriamente estabelecidos em áreas do embasamento cristalino. Nesse sentido, afirmaram que as perturbações do manto ao longo dos "Cinturões Móveis" podem ter sido consideráveis e que é possível, que o alto fluxo de calor nestas zonas esteja relacionado à elevação de material do manto. Neste caso, não haveria necessidade de se invocar grande afundamento para explicar as feições estruturais e metamórficas dos "Cinturões Móveis".

Estes cinturões são zonas essencialmente lineares, contendo tectonitos metamórficos de alto grau, granitizados, que mostram "estruturas de fluxo" e revelam anatexia esporádica, formando massas de rochas graníticas. Entre outras características dos "Cinturões Móveis" podemos citar: o metamorfismo regional sob condições do fácies anfibolito e granulito e a presença de sillimanita como o mais importante polimorfo dos silicatos de alumínio. Frequentemente, estes cinturões são caracterizados por deslocamentos transcorrentes, existindo evidências de repetidos movimentos das falhas. Estas zonas de falhas tem atuado também como zonas de fraqueza crustal. Evidências de perturbações do manto podem ser visualizadas pela atividade vulcânica de vários tipos e idades e pela intrusão de complexos anelares ígneos, muitas vezes de cará

ter alcalino. A despeito do último evento tectono-termal registrado, o cinturão permanecerá como uma zona de instabilidade em relação a falhamento e atividade ígnea.

Nos "Cinturões Móveis" a estruturação é caracterizada por dobramentos complexos, difíceis de serem relacionados a um sistema de esforço regional, e modelos de interferência produzidos na superfície sugerem vários períodos de redobramentos, envolvendo dobramentos isoclinais e o desenvolvimento de estruturas dômicas e bacias.

3.3 - Analogias com a geologia da área do Projeto Fortaleza.

Os terrenos metamórficos da área pré-cambriana do Projeto Fortaleza constituem predominantemente uma sequência de alto grau de metamorfismo, pertencente à fácies almandina-anfibolito tipo Barroviano, com a presença constante de de sillimanita associada ou não à cianita. Segundo Miyashiro (44) esta paragênese, no seu conceito de série de fácies metamórfica, corresponde ao tipo sillimanita-cianita da fácies anfibolito. A cianita se formaria nas partes de temperatura mais baixas e a sillimanita nas mais altas.

As massas de rochas graníticas são representadas pelos complexos migmatito-granitóides, que corresponderiam aos "domos migmatíticos" de Mehnert (93), de caráter diapírico. Estes complexos de rochas granitóides heterogêneas ocupariam zonas essenciais de alívio de pressão, e se expanderiam provavelmente em todas as direções a partir de uma raiz vertical.

As características apresentadas para o estilo estrutural dos "Cinturões Móveis" são perfeitamente compatíveis com aquelas encontradas nas regiões estudadas. Estruturas de fluxo, áreas dômicas, superimposição de estruturas dobradas e falhamentos transcorrentes parecem bem distintos na área.

As falhas transcorrentes tem presença marcante no arcabouço estrutural regional. Correspondem a uma fase de quebramento tardio, superimposta aos elementos de uma fase anterior de tectônica plástica. Constituem dois sistemas principais, produzidos por esforços compressivos de direção NNO-SSE. O primeiro, de direção NO-SE, levógiro, é representado mormente pelas falhas de Tauá e do Rio Groaíras. O segundo de direção NE-SO, dextrógiro, composto pelas falhas de Senador Pompeu, Forquilha, Massapê, Café Ipueiras e pelo lineamento Sobral-Pedro II. Esta tectônica ruptural desenvolveu-se com maior intensidade na zona noroeste da área do Projeto, proporcionando o desenvolvimento de "fossas tectônicas" nas quais se depositou a sequência vulcano-sedimentar do Grupo Jaibaras. Estas "fossas" no quadro da diferenciação da plataforma Brasileira, estão relacionadas ao estádio de transição de Almeida (04), desenvolvido no Cambriano e Ordoviciano.

Deve-se enfatizar que a zona de cisalhamento de Senador Pompeu está intimamente associada ao Granitóide de Quixadá, que na realidade constitui um prolongamento do Granitóide de Quixeramobim, mapeado e definido a sul pelo Projeto Rio Jaguaribe. O mesmo ocorre com o corpo sienítico de Tucunduba, posicionado entre duas zonas de cisalhamento, que desenvolveram no mesmo faixas cataclásticas.

Pelo acima exposto, conclui-se que se a área de rochas

pré-cambrianas do Projeto Fortaleza não possui todas as características de um "Cinturão Móvel" "sensu lato", pelo menos apresenta as mais marcantes.

CPRM

IV - GEOLOGIA ECONOMICA

4 - GEOLOGIA ECONOMICA

O cadastramento de ocorrências minerais nesta fase do Projeto, devido ao caráter superficial das observações, não possibilitou a individualização de nenhum depósito novo com características de uma jazida em potencial. Forneceu, entretanto importantes subsídios para a definição de algumas áreas promissoras, onde oportunamente poderão ser realizadas estudos de detalhe.

O calcário cristalino constitui um dos minérios mais abundantes na área do Projeto Fortaleza. Ocorrem de maneira irregular em várias regiões na área do Projeto, preferencialmente nos municípios de Redenção, Aracoiaba, Caridade, Canindé, Pentecoste, Irauçuba, Uruburetama, Aracoiaba, São Gonçalo do Amarante, Maranguape e Caucaia.

Apresenta-se geralmente em forma de lentes encaixadas concordantemente nos paragnaisses, gnaisses anfibolíticos ou migmatitos, com extensão variável desde dezenas de metros até quilômetros. A espessura geralmente em torno de 30 metros, pode variar de 10 a 60 metros. Excepcionalmente, ocorrem faixas com uma largura aflorante aparente de até 800 metros. De modo geral, o calcário é compacto, de textura sacaroidal, granulação variável de fina a grossa, magnesiano (de 1% a 2% de MgO), com cores que variam desde o branco leitoso, quando puro, até o cinza, quando micáceo, passando pelos diversos matizes intermediários. Em certos locais, como a sudeste da cidade de Caridade e a norte do distrito de Itapebussu, o calcário apresenta-se com granulação finíssima, microcristalino, bandeado, com faixas de coloração variegadas

em uma matriz branco leitosa, bastante micácea.

Os depósitos dos municípios de Redenção e Acarape, fazem parte de uma grande lente de calcário cristalino, descontínuo em superfície, com cêrca de 40 km de comprimento e espessura variável de 30 a 400 metros, destacando-se caracteristicamente na topografia local. Na região do sítio do Frade, a este de Redenção e Acarape esta lente calcária é explorada pelo Minério Calcários do Ceará Ltda., que utiliza o material calcário extraído para fabricação de cal e corretivo de solos, e o dolomítico para cerâmica. Nos demais lugares aflorantes, esta lente calcária vem sendo explorada por garimpagem já há muitos anos, sendo que o material é calcinado "in loco" em fornos rudimentares.

A jazida de Santana do Cal, explorada pela Quimindústria S/A, principalmente para fabrico de cal, dista 22 km a O da cidade de Canindé, pela estrada Canindé-Santa Quitéria. A camada de calcário dolomítico tem extensão superior a 2 km e espessura da ordem de 200 metros. A rocha branca, com textura sacaroidal, grosseira, com cristais de dolomita de 2-3 mm de diâmetro mostra zonas bastante fraturadas. O material desmontado é transportado através de caminhões para Canindé onde a companhia possui modernas instalações para calcinação do calcário.

Afora a Quimindustria S/A e a Minérios Calcários do Ceará Ltda., que utilizam marteletes e explosivos para o desmonte, e pás carregadeiras e caminhões para o transporte do material desagregado para as instalações de processamento, os demais depósitos são explorados de modo rudimentar e sem nenhuma técnica específica, geralmente, pelos próprios proprie

tários das terras. O material é extraído por escavações no solo ou por desmonte, quando possui expressão topográfica. Em seguida, é calcinado em fornos geralmente rústicos, no próprio local do depósito ou a pequena distância. O cal resultante é utilizado localmente ou vendido às empresas correlatas ou ainda, fornecido diretamente aos centros consumidores. Deve-se ressaltar que algumas dessas áreas garimpadas possuem tão somente alvará de pesquisa, sendo que a maioria age ilegalmente.

O manganês ocorre na região de Pacajús-Aracoiaba e no distrito de Cruz do Matias, município de Pentecoste, em uma faixa de 40 m de largura e extensão de 2 km no máximo.

Na região de Pacajús-Aracoiaba apenas a ocorrência de Serragem foi cadastrada. Localiza-se a 33 km a sul da cidade de Pacajús, na margem esquerda da BR-122, ocupando terras do distrito de Curupira, município de Aracoiaba. Na área existem evidências de duas lentes paralelas de minério, separados por uma distância de cerca de 150 metros, encaixadas em migmatitos, geralmente cobertos por um solo essencialmente arenoso de espessura variável. Na primeira lente, a oeste, foi aberto um poço de 2 m de lado e 4 m de profundidade, mostrando na parte superior o solo marrom avermelhado com 30-50 cm de espessura, contendo seixos de minério. Abaixo deste horizonte, ocorre minério compacto e muito fraturado, no topo, e pulvurulento na base. O minério é negro, compõe-se de grafita em placas milimétricas, quartzo, pequenas massas e finos veios, e manchas amareladas de material argiloso. O minério apresenta delgados leitos orientados de óxido de manganês que pode também ocorrer como nódulos esferóidais. A segunda lente de minério mostra afloramentos descontínuos e concen

tração de blocos, ao longo de 100 metros, com aproximadamente 10 m de largura, ocupando o cume de pequena ondulação do terreno. O minério, bastante fraturado, deve ter cerca de 3 m de possança e na sua base aflora um quartzito creme fraturado e impregnado de manganês. Localmente, o minério é compacto, pobre em grafita e rico em cristais milimétricos de granada, em parte corroidos e alterados. Estruturas "boxwork" são frequentes, às vezes ocupados por grãos de quartzo e massa argilosa. Formas mamilonares e botroidais podem ser notadas na capa do minério.

No distrito de Cruz do Matias, município de Pentecoste foram estudados duas ocorrências, que na realidade formam um único depósito, descontínuo em superfície, com extensão mínima de 2 km, seguindo a direção N 20° E. Dista cerca de 50 km a sudeste da sede municipal por estrada secundária que borde ja o açude Pentecoste, o maior da região. Estas ocorrências podem ser correlacionadas a de Serragem, pois o minério tem as mesmas características, inclusive com presença constante de grafita. O minério tem cor negra, compacto, parte fuligino so, ocorrendo em afloramentos fraturados, com 5 a 10 metros de comprimento e concentração de blocos de tamanhos varia dos. A paragênese mineral visível é composta por granada em cristais milimétricos de cor castanha, quartzo em veios e grãos, e grafita em lamelas milimétricas, disseminadas na massa.

A ocorrência de barita da fazenda Carnaubinha, encontra-se no sopé da serra de Baturité, no seu lado oeste, e dista 18 km a leste, por estrada carroçável, do distrito de Inhupo ranga, município de Caridade. Trata-se de um vieiro verti cal de barita, com espessura em torno de 0,5 m, em contato

com um veio de quartzo com cerca de 0,5 m, de possança. O vieiro tem extensão aproximada de 2 km sendo observado localmente larguras de até 3 m. É concordante com a encaixante em direção e discordante em mergulho. A encaixante é um biotita gnaisse, com direção N-S e mergulho de 20° para leste. A barita é branca leitosa, ocorrendo geralmente em agregados. Também ocorre barita de cor amarronzada pela impregnação de óxido de ferro. Dessa ocorrência, através de trabalhos de garimpagem, já foram estraídas várias toneladas de barita, mas atualmente os trabalhos estão paralizados. Em 1962, técnicos do DNPM executaram alguns poços e dois furos de sonda neste vieiro e concluíram que o mesmo não apresenta continuidade em sub-superfície.

A cianita ocorre nas localidades de Trapiá e Salgado, na parte sudoeste da folha Sobral, escala 1:250.000. Distam 28 km a SSE da cidade de Sobral, e seu acesso a partir desta cidade é feito pela BR-222, no trecho Sobral-Trapiá-Forquilha, tomando-se na altura do km 14, a estrada para Santa Quitéria. A quatro km deste ponto, toma-se uma carroçável, a direita, até a localidade Trapiá.

A presença de cianita foi inicialmente encontrada nas cercanias do povoado Trapiá, estendendo-se para oeste, até a localidade de Salgado, as margens do riacho homônimo, em uma faixa de aproximadamente 3 km de largura e 5 km de comprimento. A cianita ocorre disseminada irregularmente em uma sequência de gnaisses arcoseanos, normalmente em teores muito baixos, como acessório da rocha e excepcionalmente em concentrações maiores. A faixa de ocorrência é concordante às linearções regionais orientadas segundo 330° Az. Não foi constatada a continuidade da mineralização para norte ou sul da

área visitada. Estruturalmente, as ocorrências localizam-se no flanco oeste da anticlinal de Forquilha, seccionada pelas falhas homônima e do Rio Groaíras, que não estão diretamente relacionadas com a mineralização.

A cianita, de cores azul clara, azul acinzentada e cinza, ocorre em seu hábito prismático típico, em cristais alongados de até 3 cm dispersos aleatoriamente nas rochas ou formando agregados associados a bolsões de quartzo. Nestes últimos, forma concentrações da ordem de 50-60%, em volume, do total da rocha. O controle da mineralização parece estar ligado ao grau de metamorfismo, que se enquadra na fácies almandino-anfibolito, atuante sobre uma sequência clástico-pelítica hiper-aluminosa.

Do ponto de vista de aproveitamento econômico, estas ocorrências de cianita mostram-se pouco animadoras, em face aos fracos teores encontrados e ao caráter altamente dispersivo dos bolsões de maior concentração.

A única ocorrência de caulim cadastrada situa-se no serrote Bebedouro, no município de Cascavel. Corresponde a material de cor branca, terroso, granulação finíssima, caulínico, puro, proveniente da alteração de feldspato. Este depósito foi lavrado na década de 1950, encontrando-se atualmente paralizado, com as escavações parcialmente soterradas.

Merece enfoque especial a grande quantidade de corpos graníticos, em geral com expressão topográfica, localizados nas proximidades da cidade de Fortaleza. São explorados como fonte de material para a confecção de pisos e revestimentos utilizados na construção civil, em substituição ao mármore, e na produção de brita para a pavimentação das rodovias BR-020 e BR-116.

V - BIBLIOGRAFIA

5 - BIBLIOGRAFIA

1. AGUIAR, G.A - Bacia do Maranhão: Geologia e possibilidades de petróleo. PETROBRÁS, DIREX, RENOR, Relat. Inédito, |s. ident.|, Rio de Janeiro, dez., 1969.

2. ALMEIDA, F.F.M. de - Geologia e petrologia do Arquipélago Fernando de Noronha. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1958. 181 p. il. (Monografia XIII).

3. _____ - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1967. 36 p. il. (Boletim 241).

4. _____ - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, São Paulo, Soc. Bras. Geol., p. 29-46, 1969.

5. ANDRADE, G.O & LINS, R.C. - Introdução à morfoclimatologia do nordeste do Brasil. In: ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17, Recife, Soc. Bras. Geol., p. 5-9, 1963.

6. ANHAEUSSER, C.R. et alii - A reappraisal of some aspects of precambrian shield geology. Geol. Soc. Am. Bull.. (80): 2.175-2.200, nov., 1969.

7. BARRETO, A - Sumário geológico da região rutilífera de Independência-Ceará. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., p. 39-47, 1967. (B. estudos, 2).

8. BELTRÃO, A.E. de A. et alii - Mapa hidrogeológico da Bacia Potiguar. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrog., República Francesa, SCET - Cooperação, Recife, 1967. |s. texto explicativo, escala 1:500.000|.

9. BELTRÃO, A.E. de A. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste-Folha nº 6; Fortaleza-SE. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrog., 1971. 141 p. il.

10. BEURLEN, K. - Observações geopaleontológicas no Cretáceo do Rio Grande do Norte e Ceará com descrição de Amonóides. Mossoró, |s. ed.|. 1961. 12 p. (Coleção Mossoroense 52).

11. BEURLEN, K. - O Turoniano marinho no Nordeste do Brasil. Soc. Bras. Geol., São Paulo, 10 (2): 39-52, 1961.

12. _____ - O desenvolvimento paleogeográfico do Oceano Atlântico Sul. Arquivos de Geologia, Recife (3): 21-36, 1962.

13. _____ - A fauna do Calcário Jandaíra da região de Mossoró (RGN). Mossoró |s. ed.|, 1964. (Coleção Mossoroense 13).

14. _____ - Novas observações sobre o Cretáceo no Rio Grande do Norte. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, 1964. (Separatas 10-15).

15. BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. - Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). Recife, Inst. Ciências da Terra, 1964. p. 2-14, (Arquivo 2).

16. BLANKENNAGEL, R.K - Bacia do Maranhão: Estratigrafia geral. PETROBRÁS, Relat. Inédito, |s. ident.|. Rio de Janeiro, 43 p., 1952.

17. BRASIL. SUDENE/ASMIC - Grupo de estudos do Vale do Jaguaribe - Hidrogeologia. In: ESTUDO GERAL DE BASE DO VALE DO JAGUARIBE. Recife, 1967. v. 7, pp. 173-178.

18. BRAZ, A & CAETANO, F.A. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste. Folha nº 5; Fortaleza-SO. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrog., 1971. 168p. il.

19. BRITO NEVES, B.B. de - Elementos de geologia pré-cambriana do Nordeste Oriental. In: ANAIS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, Aracaju, Soc. Bras. Geol., 56 p., 1973. |Contribuição ao Simpósio: "O Précambriano do Craton San-Francisco e da parte Norte-Oriental do Brasil"|.

20. BRITO NEVES, B.B. de - Relatório de estagiário no Centro de Pesquisas Geocronológicas, Univ. São Paulo, Inst. Geociências, Curso de Pós-Graduação, Relat. Inédito, |s. ident.|, São Paulo, 4 p. 1974.

21. _____ - Reavaliação dos dados geocronológicos do Précambriano do Nordeste Brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre,

Soc. Bras. Geol., 20 p., 1974.

22. _____ - Regionalização geotectônica do Precambriano Nordestino. Univ. São Paulo, Inst. Geociências, Tese de Doutoramento, Relat. Inédito, |s. ident.|, São Paulo, 198 p., 1975.

23. CAMPBELL, D.F. et alii - Bacia do Maranhão-Piauí. Brasil. In: Relatório de 1949. Rio de Janeiro, Cons. Nac. Petrol., p. 81-85, 1949.

24. CAMPOS e SILVA, A. - O Grupo Barreiras na região de Natal. Natal, Inst. Antropologia, Univ. Fed. do Rio Grande do Norte, 1965. (Rel. Comun., Geol. 1).

25. COBRA, R.Q. - Estudo da estratigrafia, tectônica, ocorrências minerais e recursos d'água do Noroeste do Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., Relat. Inédito, |s. ident.|, Recife, 32 p., 1963.

26. COSTA, M.J. et alii - Projeto Jaibaras - Relatório Final. DNPM/CPRM, Relat. Inédito, |s. ident.|, Recife, v. II, 282 p., il., 1973.

27. CRANDALL, R. - Geografia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem nos estados orientais do Norte do Brasil, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. IFOCS, Serv. Geol., Série I, Publicação nº 4. Rio de Janeiro, 1910.

28. DANNI, J.C.M. - Geologia da porção sul do Grupo Jaibaras. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2 (2): 85-97; jun., 1972.

29. FERREIRA, J.A.M & ALBUQUERQUE, J.P.T. - Sinopse da geologia da folha Seridó. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat. Div. Geol., 1969. (Série Geol. Reg. 18).

30. FERREIRA, E.O. - Mapa tectônico do Brasil (1:5.000.000) e nota explicativa. DNPM, Rio de Janeiro, 1972.

31. KEGEL, W. - Contribuição para o estudo do Devoniano da Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1953. (Boletim 141).

32. _____ - Contribuição ao estudo da Bacia Costeira do Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1957. (Boletim 170).

33. KEGEL, W. - As inconformidades da Bacia do Parnaíba e zonas adjacentes. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1963. (Boletim 160).

34. _____ - A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1965. (Boletim 227).

35. KEGEL, W. et alii - Estudos geológicos no norte do Ceará. Rio de Janeiro, DNPM, DGM, 1958 (Boletim 184).

36. KREIDLER, W. & ANDERY, P.A. - Final geological report on the sedimentary coastal belt of the States of Rio Grande do Norte and that part at the State of Ceará South an East of Fortaleza. PETROBRÁS, DEPEX, DIVEX, Relat. Inédito, Rio de Janeiro, 1949. (Relatório interno 5).

37. LEAL, O. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 9; Jaguaribe-NO. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrog., 1971. 178 p. il.

38. MABESOONE, J.M. et alii - Geologia da Bacia Jaibaras, Ceará. Recife, Univ. Fed. Pernambuco, Inst. Geoc., 1971. (Série Boletim de Estudo e Pesquisas, 2).

39. 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, 3 (2): 173-188, jul., 1972.

40. MANOEL FILHO, J. - Inventário hidrogeológico básico do Nordeste - Folha nº 10; Jaguaribe-NE. Recife, Dep. Rec. Nat., Div. Hidrog., 1971, 343 p. il.

41. MARMO, V. - On granites: A revised study. Bulletin du Comission Geologique de Finlande. Otaniemi, 227, 1967.

42. MAURY, C.J. - Fósseis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretácicas. Rio de Janeiro, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 1924. p.555-585. (Monografia, 4).

43. MEHNERT, K.R. - Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier Publishing Co., Amsterdam, New York, Essex, 1968.

44. MIYASHIRO, A. - Metamorphism and Metamorphic Belts. George Allen & Umvin LTD. Londres, 1973.

45. MORAES, L.J. de - Serras e montanhas do Nordeste. Minist. de Viação e Obras Públicas. IFOCS, Rio de Janeiro, 1924.

46. MORAIS, L.J. et alii - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folha Baturité - SB-24 D. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1962. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

47. _____ - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folhas Sobral e Camocim - SA.24 T e SA.24 N. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

48. _____ - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folha Aracatí - SB.24 E. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

49. _____ - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folha Quixadá - SB. 24 C. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

50. _____ - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folha Fortaleza SA. 24 V. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1.250.000|.

51. MORAIS, L.J. et alii - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folhas Itapipoca e Itarema - SA. 24 V e SA. 24 O. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

52. _____ - Reconhecimento fotogeológico da região Nordeste do Brasil; folha Ipu - SB. 24 B. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1963. |Mapa fotogeológico com nota explicativa, escala 1:250.000|.

53. OLIVEIRA, A.I. & LEONARDOS, O.H. - Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, 2º ed., 1943.

54. OLIVEIRA, P.E. & ANDRADE RAMOS, J.R. - Geologia das quadrículas de Recife e Pontas de Pedra. Rio de Janeiro, DNPM, DFPM, 1956. (Boletim 151).

55. PLUMMER, F.B. et alii - Geologia dos Estados do Maranhão e Piauí. In: Relatório de 1946. Rio de Janeiro, Cons. Nac. do Petrol., p. 87-134, 1948.

56. SANTOS, E.J. dos - Contribuição à geologia da quadrícula de Açú. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol. 1968, (Série Geológica Regional, 5).

57. SANTOS, E.J. dos et alii - Mapa geológico preliminar do Estado do Ceará. CPRM, Inédito, Recife, 1972. |Mapa de compilação e interpretação, escala 1:500.000; sem texto explicativo|.

58. SCHALLER, H. & SAMPAIO, A.V. - Introdução a estratigrafia cretácea da Bacia Potiguar. Boletim Técnico da Petrobrás, Rio de Janeiro, 1 (11): 19-44, jan/mar., - 1968.

59. SUSZCZYNSKY, E.F. - Considerações sobre a evolução tectônica-orogenética da parte oriental do Escudo Brasiro. B. Rec. Nat. SUDENE, Recife, 4 (3/4): 371-416. jul/dez., 1966. |Mapa tectônico-orogenético, escala 1:2.500.000|.

60. VANDOROS, P. - Um granito pós-orogênico de Sobral, Ceará. In: ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 22, Belo Horizonte, Soc. Bras. Geol., p. 5-6, 1968. |resumo das comunicações|.

61. VANDOROS, P & OLIVEIRA, M.A.F. de - Sobre o fonolito de Mecejana, Ceará. An. Acad. Brasil. Ciências, 40 (2): 203-6, 1968.

62. WINGE, M. - Breves notas sobre a geologia no noroeste do Estado do Ceará. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., p. 14-23, 1967. (B. Estudos, 3).

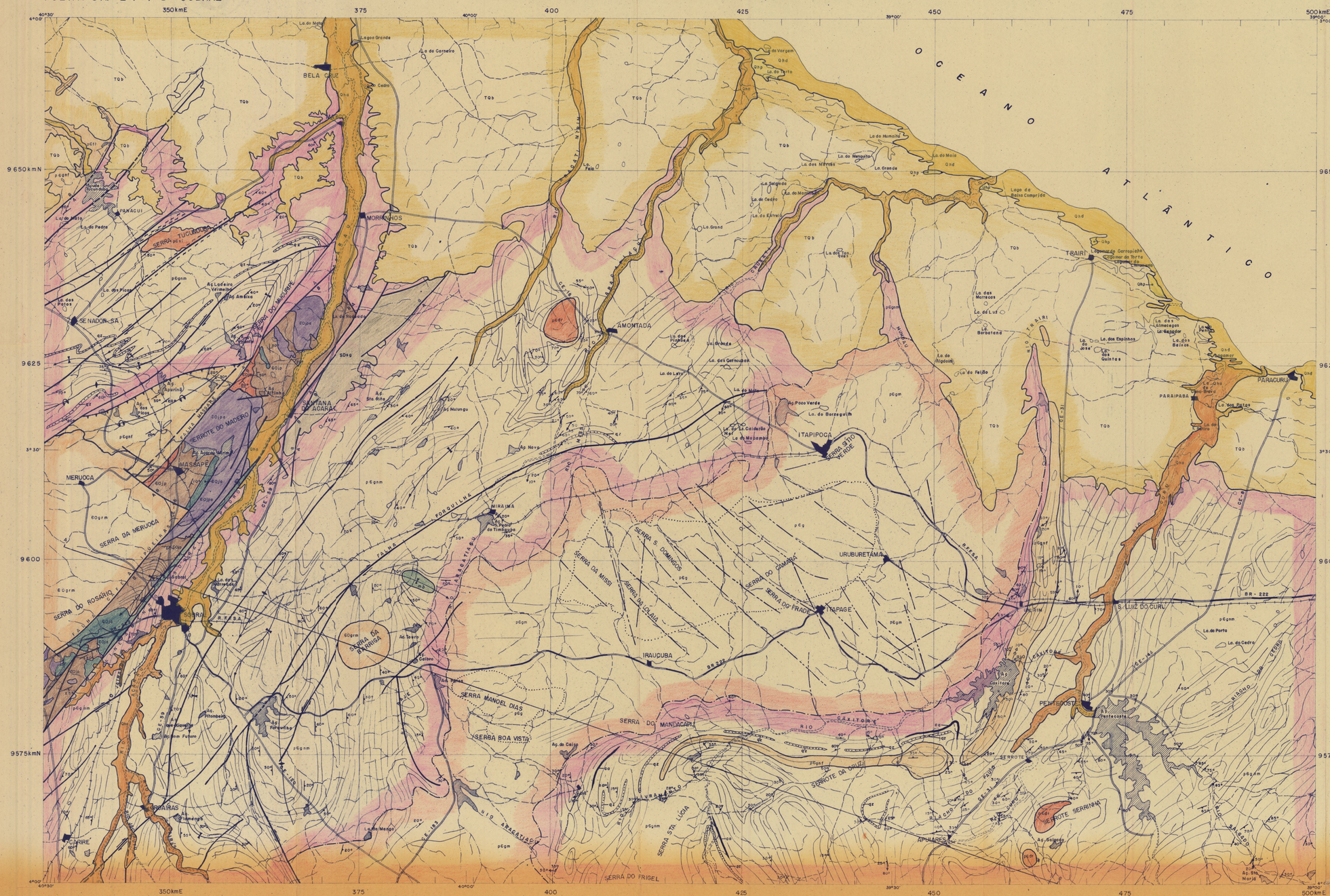
63. WINKLER, H.G.F. - Petrogenesis of metamorphic rocks, 2º ed. revised, New York, Springer Verlag, 1967.

CPRM

VI - ANEXOS

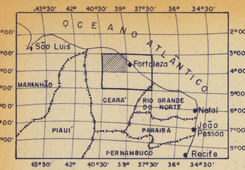
MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA SA. 24-Y-D-SOBRAL



MAPA BASE A PARTIR DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS, Esc. 1:100 000 EDITADAS PELA SUDENE EM 1968/69

LOCALIZAÇÃO DA FÔLHA



PROJETO FORTALEZA

Escala 1:250.000

5km 0 5 10 15 20km

1976

ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SA.24-Y-A	SA.24-Y-B	SA.24-Z-A
SA.24-Y-C	SA.24-Y-D	SA.24-Z-C
SB.24-V-A	SB.24-V-B	SB.24-X-A

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL / RECIFE

MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR

MAIO / 1976

GEÓLOGOS RESPONSÁVEIS:

Antonio Marcos V. de Morais

Pedro de Alcântara B. R. do Vale

Ivanuel Fortunato Bacchieggo

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1975 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA

NM NG

A DECLINAÇÃO CRESCE 5.9' ANUALMENTE

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO

QUATERNÁRIO

- Qha — ALUVIÕES - AREIA CINZA CLARO A ESCURO, FINA A GROSSA, ARGILOSA, COM MATÉRIA ORGÂNICA EM DECOMPOSIÇÃO
- Qhd — DUNAS MÓVEIS - AREIA CINZA CLARO, GRÃ FINA A MÉDIA, CONTENDO NÍVEIS DE MINERAIS PESADOS E LOCALMENTE APRESENTANDO ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA
- Qhp — PALEODUNAS - AREIA CINZA CLARO, GRÃ FINA, BEM CLASSIFICADA E POUCO CONSOLIDADA.

TERCIÁRIO

- Tb — GRUPO BARREIRAS INDIVISO - CONGLOMERADO GROSSEIRO COM MATRIZ ARENOSA AVERMELHADA E SEIXOS DE QUARTZO E ROCHAS CRISTALINAS DIVERSAS; ARENITOS MÉDIOS, ARGILOSOS, FRIÁVEIS E CAULINÍCOS; E AREIA ARGILOSA CINZA CLARO E AVERMELHADA, GRÃ MÉDIA A GROSSA.

DISCORDÂNCIA

PALEOZÓICO

DEVONIANO INFERIOR — SILURIANO SUPERIOR

- SDsg — FORMAÇÃO SERRA GRANDE - CONGLOMERADO E ARENITO GROSSEIRO, ARCOSEANOS OU CAULÍNICOS, EM BANCOS MACIÇOS HORIZONTALIZADOS.

DISCORDÂNCIA

CAMBRO-ORDOVICIANO — GRUPO JAIBARAS

- Ꞓ€Oja — FORMAÇÃO APRAZÍVEL - CONGLOMERADO GROSSEIRO POLIMÍTICO MAL CLASSIFICADO, MATRIZ ARCOSEANA E NÃO ESTRATIFICADO.
- Ꞓ€Ojpa — FORMAÇÃO PARAPUI - BASALTOS, ANDESITOS E DACITOS ESPILITIZADOS, DIORITOS, GABROS, QUARTZO-SIENITOS E RIOLITOS.
- Ꞓ€Ojp — FORMAÇÃO PACUJÁ - ARENITOS LÍTICOS E ARCOSEANOS, CASTANHOS; FOLHELHO E GRAUVACA LÍTICA CONGLOMERÁTICA.
- Ꞓ€Ojm — FORMAÇÃO MASSAPÊ - ORTOCONGLOMERADO POLIMÍTICO BRECHÓIDE, ESTRATIFICADO, COM MATRIZ ARCOSEANA DE CARATER MOLASSOIDE.

DISCORDÂNCIA

- Ꞓ€Ogrm — GRANITO MERUOCA - GRANITOS MONZONÍTICOS, HORNBLENDA-BIOTITA-GRANITO E BIOTITA-GRANITO COM FÁCIES PORFIRÓIDE E PEGMATOIDE

DISCORDÂNCIA

PRÉ-CAMBRIANO

- p€gnf — QUARTZITOS PUROS OU MICÁCEOS, LAMINADOS, GERALMENTE FRATURADOS E CATACLASADOS NA BASE; CIANITA-BIOTITA-GNAISSE, GNAISSES ARCOSEANOS, MOSCOVITA-BIOTITA-XISTO, CLORITA-QUARTZO-XISTO, FILITOS, ROCHAS CALCOSSILICATADAS E CALCÁRIOS.
- p€gm — COMPLEXO MIGMATITO GRANITÓIDE - GRANITÓIDES E DIATEXITOS COM ESTRUTURA NEBULÍTICA E "SCHLIEREN" DOMINANTES; REMANESCENTES DE BIOTITA-ANFIBÓLIO-GNAISSE, ANFIBOLITOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS. NÚCLEOS GRANITÓIDES A BIOTITA E/OU HORNBLENDA INDIVIDUALIZADOS (p€g).
- p€gnm — COMPLEXO MIGMATITO GNÁISSICO - BIOTITA-GRANADA-GNAISSE, HORNBLENDA-BIOTITA-GNAISSE, SILLIMANITA E/OU CIANITA-GRANADA-BIOTITA-GNAISSE, GRANODIORITO OU DIORITO GNAISSE, LEPTINITOS, PIROXÊNIO-ANFIBÓLITO, METATEXITOS COM ESTRUTURA DOBRADA, FLEBÍTICA E ESTROMÁTICA. (qz) QUARTZITOS (qz), CALCÁRIOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS (cs) E METABASITOS (mb) INDIVIDUALIZADOS
- p€ (gr, gd, gr, s) — GRANITÓIDES DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO - BIOTITA-HORNBLENDA-GRANITO, BIOTITA-GRANITO, BIOTITA-GRANITO-GROSSEIRO COM FÁCIES PEGMATÓIDE, BIOTITA E/OU HORNBLENDA GRANITO-GNAISSE (p€gr); BIOTITA-HORNBLENDA-GRANODIORITO, HORNBLENDA-GRANODIORITO (p€gd); HIPERSTÊNIO-DIORITO (p€dr) E SIENITO PORFIRÓIDE (p€sr)

CONTATOS DEFINIDO, TRANSICIONAL E LITOLÓGICO

ATITUDE DA CAMADA; ATITUDE DA FOLIAÇÃO COM INDICAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO MERGULHO E COM INDICAÇÃO DO CAIMENTO DA LINEAÇÃO.

DOBRAS MENORES NÃO INDIVIDUALIZÁVEIS NA ESCALA DO MAPA, COM INDICAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO CAIMENTO DO EIXO.

TRAÇO DA SUPERFÍCIE AXIAL DE ANTIFORME NORMAL, COM PLUNGE E COM FLANCO INVERTIDO.

TRAÇO DE SUPERFÍCIE AXIAL DE SINFORME NORMAL E COM PLUNGE.

FALHA INDISCRIMINADA, NORMAL, TRANSCORRENTE, DE EMPURRÃO, ENCOBERTA E FRATURA

ZONA DE CISALHAMENTO

TRAÇO DE FOLIAÇÃO

A — B TRAÇO DE SEÇÃO GEOLÓGICA

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

CIDADES E POVOADOS

RODOVIA ASFALTADA, ESTRADA PRINCIPAL E SECUNDÁRIA

ESTRADA DE FERRO

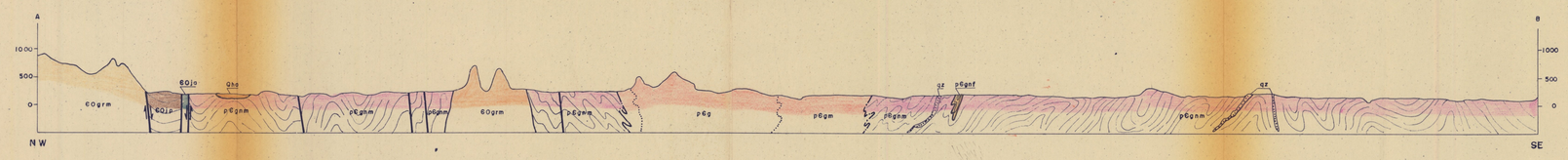
RIOS E RIACHOS

AÇUDES E LAGOAS

SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

ESCALA VERTICAL - 1:50 000

ESCALA HORIZONTAL - 1:250 000



MINISTERIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA SB. 24-V-B - QUIXADÁ

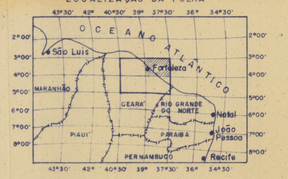
350kmE
375
400
425
450
475
500kmE
9550kmN
9525
9500
9475
9450kmN
4°00'
4°30'
5°00'
40°30'
40°00'
39°30'
39°00'
GENERAL SAMPAIO
PARAMOTI
MANHUPORANGA
TAPERUABA
ARAÇAS
STA QUITÉRIA
HIDROLÂNDIA
BEFÂNIA
MOUCIDE SIMPLÍCIO
CATUNDA
TAMBORIL
MONSENHOR TABOSA
CARIDADE
CANINDÉ
ITATIRA
MADALENA
ARATUBA
QUIXADÁ
SERRA DE SANTA LUZIA
SERRA STA CATARINA
SERRA DO FEIJÃO
SERRA DE CARÁÚSA
SERRA DO TAMANDUÁ
SERRA DO GAVIÃO
SERRA DO CEÚ
SERRA DO RIBEIRO
SERRA DAS MATAS
SERRA DO MACHADO
SERRA DA GAVELEIRA
SERRA DE BATURITÉ
SERRA DO ESTEVÃO
RIO CAMOCIM
RIO CHORÓ
RIO QUIXERAMOBIM
RIO SOBRAL
RIO CONGO
RIO PARAIPABA
RIO PACOTI
RIO CAIÇARA
RIO BOM JESUS
RIO BATOQUE
RIO CANINDÉ
RIO CAPITÃO
RIO SALGADO
RIO PARAMBU
RIO CAMOCIM
RIO CAIÇARA
RIO DO PEIXE
RIO SOBRAL
RIO CONGO
RIO PARAIPABA
RIO PACOTI
RIO CHORÓ
RIO QUIXERAMOBIM
RIO SOLONÓPOLE

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA SA. 24-Z-C - FORTALEZA

MAPA BASE A PARTIR DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS, Esc. 1:100 000 EDITADAS PELA SUDENE EM 1968/69

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO FORTALEZA

Escala 1:250 000

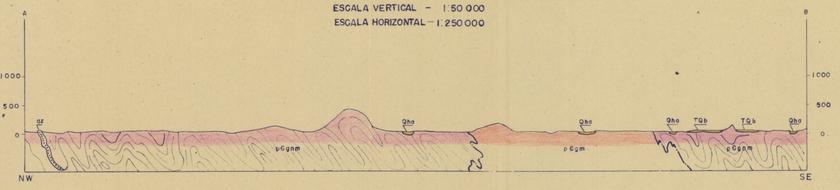
5km 0 5 10 15 20km

1976

SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

ESCALA VERTICAL - 1:50 000

ESCALA HORIZONTAL - 1:250 000



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SA.24-Y-B	SA.24-Z-A	SA.24-Z-2
SA.24-Y-D	SA.24-Z-C	SA.24-Z-D
SB.24-V-B	SB.24-X-A	SB.24-X-B

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL / RECIFE

MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR

MAIO / 1976

GEÓLOGOS RESPONSÁVEIS

Marcelo de Freitas Medeiros

Cesar Bittencourt Passos

Ivanuel Fortunato Bacchiegga

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1975 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA

NM NQ

21°30'

A DECLINAÇÃO CRESCE 5.5' ANUALMENTE

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO

QUATERNÁRIO

Qha — ALUVIÕES - AREIA CINZA CLARO A ESCURO, FINA A GROSSA, ARGILOSA, COM MATÉRIA ORGÂNICA EM DECOMPOSIÇÃO

Qhd — DUNAS MÓVEIS - AREIA CINZA CLARO, GRÃ FINA A MÉDIA, CONTENDO NÍVEIS DE MINERAIS PESADOS E LOCALMENTE APRESENTANDO ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA

Qhp — PALEODUNAS - AREIA CINZA CLARO, GRÃ MÉDIA, BEM CLASSIFICADA E POUCO CONSOLIDADA.

TERCIÁRIO

TQb — GRUPO BARREIRAS INDIVISO - CONGLOMERADO GROSSEIRO COM MATRIZ ARENOSA AVERMELHADA E SEIXOS DE QUARTZO E ROCHAS CRISTALINAS DIVERSAS; ARENITOS MÉDIOS, ARGILOSOS, FRIÁVEIS E CAULINICOS; E AREIA ARGILOSA CINZA CLARO E AVERMELHADA, GRÃ MÉDIA A GROSSA.

DISCORDÂNCIA

Tα — ROCHAS ÍGNEAS ALCALINAS

DISCORDÂNCIA

PRÉ-CAMBRIANO

pEgnm — COMPLEXO MIGMATITO GRANITÓIDE - GRANITÓIDES E DIATEXITOS COM ESTRUTURA NEBULÍTICA E "SCHLIEREN" DOMINANTES; REMANESCENTES DE BIOTITA-ANFIBÓLIO-GNAISSE, ANFIBOLITOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS, NÚCLEOS GRANITÓIDES A BIOTITA E/OU HORNBLENDA INDIVIDUALIZADOS (pEg).

pEqpm — COMPLEXO MIGMATITO GNAÍSSICO - BIOTITA-GRANADA-GNAISSE, HORNBLENDA-BIOTITA-GNAISSE, SILLIMANITA E/OU DIANITA-GRANADA-BIOTITA-GNAISSE, GRANODIORITO OU DIORITO-GNAISSE, LEPTINITOS, PIROXÊNIO-ANFIBÓLITO, METATEXITOS COM ESTRUTURA DOBRADA, FLEBÍTICA E ESTROMÁTICA.

pEq / co mb — QUARTZITOS (qz), CALCÁRIOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS (co) E METABASITOS (mb) INDIVIDUALIZADOS.

CONTATOS DEFINIDO E TRANSICIONAL

30 20 — ATITUDE DE FOLIAÇÃO COM INDICAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO MERGULHO, COM INDICAÇÃO DO CAIMENTO DA LINEAÇÃO E VERTICAL.

TRAÇO DE SUPERFÍCIE AXIAL DE SINFORME COM PLUNGE.

TRAÇO DE FOLIAÇÃO

A — B TRAÇO DE SEÇÃO GEOLÓGICA

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

CIDADES E POVOADOS

RODOVIA ASFALTADA, ESTRADA PRINCIPAL E SECUNDÁRIA

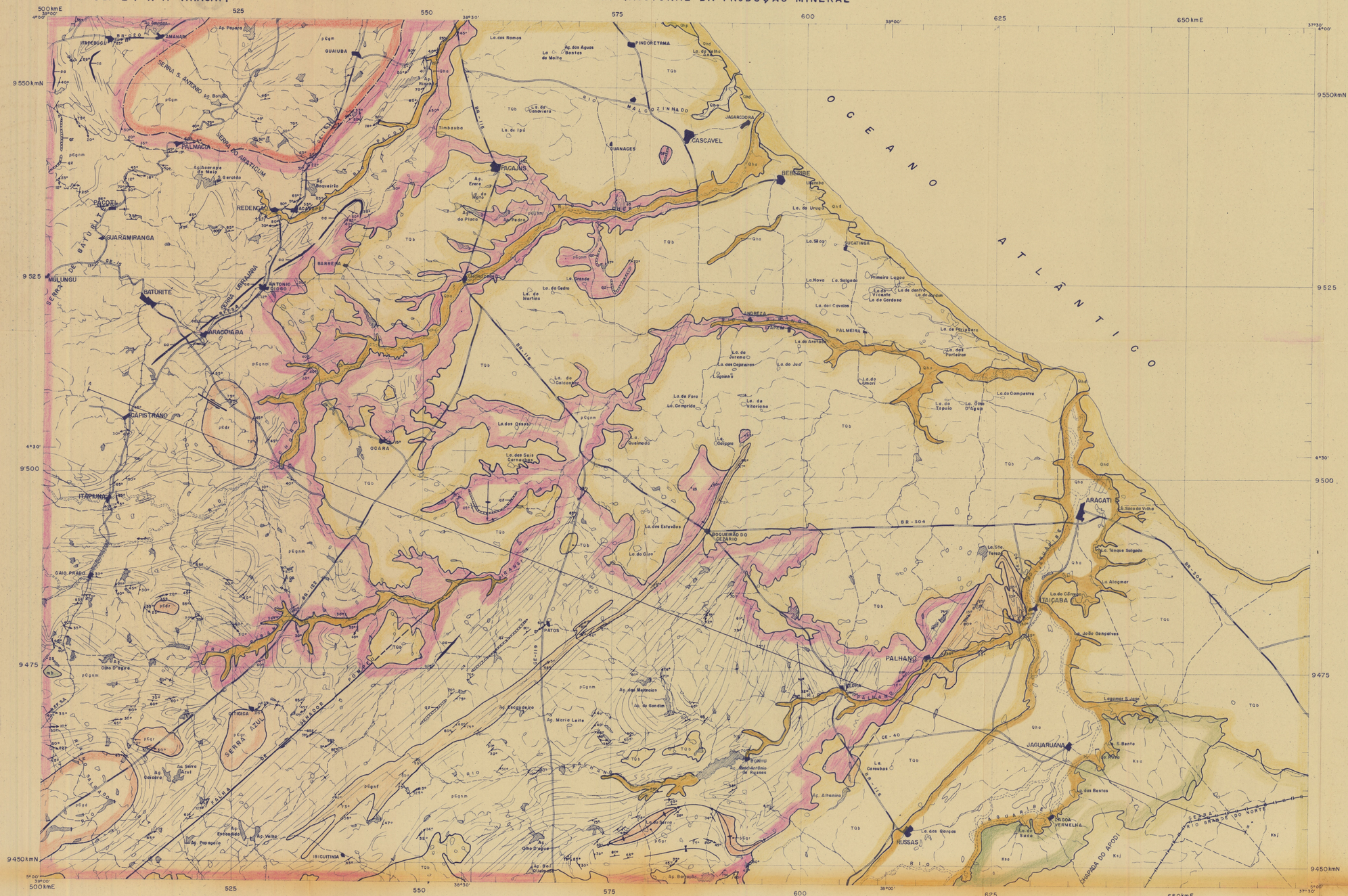
ESTRADA DE FERRO

RIOS E RIACHOS

AÇUDES E LAGOAS

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL

FOLHA SB. 24-X-A- ARACATÍ



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO	QUATERNÁRIO		Qha	ALUVIÕES – AREIA CINZA CLARO A ESCURO, FINA A GROSSA, ARGILOSA, COM MATÉRIA ORGÂNICA EM DECOMPOSIÇÃO
			Qhd	DUNAS MÓVEIS – AREIA CINZA CLARO, GRÃ FINA A MÉDIA, CONTENDO NÍVEIS DE MINERAIS PESADOS E LOCALMENTE APRESENTANDO ESTRATIFICAÇÃO CRUZADA
			Qho	PALEODUNAS – AREIA CINZA CLARO, GRÃ FINA, BEM CLASSIFICADA E POUCO CONSOLIDADA
	TERCIÁRIO		TQb	GRUPO BARREIRAS INDIVISO – CONGLOMERADO GROSSEIRO COM MATRIZ ARENOSA AVERMELHADA E SEIXOS DE QUARTZO E ROCHAS CRISTALINAS DIVERSAS; ARENITOS MÉDIOS, ARGILOSOS, FRIÁVEIS E CAULINICOS; E AREIA ARGILOSA CINZA CLARO E AVERMELHADA, GRÃ MÉDIA A GROSSA.
			DISCORDÂNCIA	
MESOZÓICO	CRETÁCEO SUP.	GRUPO APODI	Ksj	FORMAÇÃO JANDAIRA – CALCÁRIOS PUROS, MACIÇOS, LITOGRÁFICOS E NODULOSOS OU MICROCRISTALINOS; CALCÁRIOS ARGILOSOS E FOLHELHOS MARGOSOS.
			Kso	FORMAÇÃO AÇU – ARENITO GROSSO A CONGLOMERÁTICO, AVERMELHADO, NA BASE; ARENITO MÉDIO, MAL SELECIONADO, CAULÍNICO E ARCOSEANO; ARENITO FINO, AVERMELHADO, CAULÍNICO E MICROMICÁCEO E MARGAS
			DISCORDÂNCIA	
PRÉ-CAMBRIANO			pCgnf	QUARTZITOS PUROS OU MICÁCEOS, LAMINADOS, GERALMENTE FRATURADOS E CATACLASADOS NA BASE; GRANITA-BIOTITA-GNAISSE, GNAISSES ARCOSEANOS, MOSCOVITA-BIOTITA-XISTO, CLORITA-QUARTZO-XISTO, FILITOS, ROCHAS CALCOSSILICATADAS E CALCÁRIOS.
			pCgnm	COMPLEXO MIGMATITO GRANITÓIDE – GRANITÓIDES E DIATEXITOS COM ESTRUTURA NEBULÍTICA E "SCHLIEREN" DOMINANTES; REMANESCENTES DE BIOTITA-ANFIBÓLIO-GNAISSE, ANFIBOLITOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS. NÚCLEOS GRANITÓIDES A BIOTITA E/OU HORNBLENDA INDIVIDUALIZADOS (pCg).
			pCgnm	COMPLEXO MIGMATITO GNAÍSSICO – BIOTITA-GRANADA-GNAISSE, HORNBLENDA-BIOTITA-GNAISSE, SILLIMANITA E/OU CIANITA-GRANADA-BIOTITA-GNAISSE, GRANODIORITO OU DIORITO GNAISSE, LEPTINITOS, PIROXÊNIO-ANFIBOLITO, METATEXITOS COM ESTRUTURA DOBRADA, FLEBÍTICA E ESTROMÁTICA. QUARTZITOS (qz), CALCÁRIOS E ROCHAS CALCOSSILICATADAS (ca) E METABASITOS (mb) INDIVIDUALIZADOS.
			pC gr/gd, gr/si	GRANITÓIDES DE POSICIONAMENTO DUVIDOSO – BIOTITA-HORNBLENDA-GRANITO, BIOTITA-GRANITO, BIOTITA-GRANITO-GROSSEIRO COM FACIES PEGMATÓIDE, BIOTITA E/OU HORNBLENDA GRANITO-GNAISSE (pCgr); BIOTITA-HORNBLENDA-GRANODIORITO, HORNBLENDA-GRANODIORITO (pCgd); HIPERSTÊNIO-DIORITO (pCdr) E SIENITO PORFIRÓIDE (pCsi)

CONTATOS DEFINIDO E TRANSICIONAL

ATITUDE DE FOLIAÇÃO COM INDICAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO MERGULHO, COM INDICAÇÃO DO CAIMENTO DA LINEAÇÃO E VERTICAL

COBRAS MENORES NÃO INDIVIDUALIZÁVEIS NA ESCALA DO MAPA, COM INDICAÇÃO DO VALOR ANGULAR DO CAIMENTO DO EIXO

TRAÇO DE SUPERFÍCIE AXIAL DE ANTIFORME COM DUPLO CAIMENTO E COM PLUNGE

TRAÇO DE SUPERFÍCIE AXIAL DE SINFORME NORMAL E COM PLUNGE.

FALHA INDISCRIMINADA, TRANSCORRENTE, ENCOBERTA E FRATURA

TRAÇO DE FOLIAÇÃO

A B TRAÇO DE SEÇÃO GEOLÓGICA

CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

CIDADES E POVOADOS

RODOVIA ASFALTADA, ESTRADA PRINCIPAL E SECUNDÁRIA

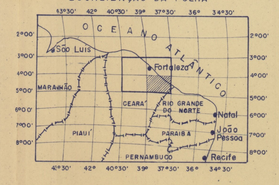
ESTRADA DE FERRO

RIOS E RIACHOS

AÇUDES E LAGOAS

MAPA BASE A PARTIR DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS, Esc. 1:100.000 EDITADAS PELA SUDENE EM 1968/69

LOCALIZAÇÃO DA FOLHA



PROJETO FORTALEZA

Escala 1:250.000

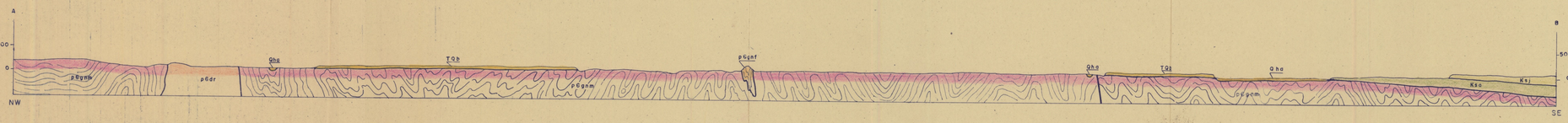
5km 0 5 10 15 20km

1976

SEÇÃO GEOLÓGICA ESQUEMÁTICA

ESCALA VERTICAL – 1:50.000

ESCALA HORIZONTAL – 1:250.000



ARTICULAÇÃO DA FOLHA

SA. 24-Y-D	SA. 24-Z-C	SA. 24-Z-D
SB. 24-V-B	SB. 24-X-A	SB. 24-X-B
SB. 24-V-D	SB. 24-X-C	SB. 24-X-D

CPRM

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL / RECIFE

MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR

MAIO / 1976

GEOLOGOS RESPONSÁVEIS:

Marcelo de Freitas Medeiros

Fernando da Silva Prado

Ivanuel Fortunato Bacchiegga

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA 1975 E CONVERGÊNCIA MERIDIANA DO CENTRO DA FOLHA

NW NE NS

A DECLINAÇÃO CRESCE 8' ANUALMENTE