



1882-5

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
PETRÓLEO BRASILEIRO S/A - PETROBRÁS
Contrato nº 030/PR/86

PROJETO DE PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS
PARA FRATURAMENTO DE POÇOS
Volume I

GIL CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE FILHO

196

| |
|------------------------|
| CPRM - DIDOTE |
| ARQUIVO TÉCNICO |
| Relatório n.º 1882-5 |
| N.º de Volumes: 2 V. 1 |
| RESTRIÇÃO PHL-010200 |

Outubro de 1986

Í N D I C E
V O L U M E I

| | Pág. |
|--|------|
| 1.0 - INTRODUÇÃO | 01 |
| 2.0 - OBJETIVOS | 02 |
| 3.0 - METODOLOGIA EMPREGADA | 02 |
| 3.1 - Planejamento | 02 |
| 3.1.1 - Aquisição de Bases Topográficas, Imagens de Radar e Fotografias Aéreas | 02 |
| 3.1.2 - Seleção de Áreas | 02 |
| 3.2 - Coleta de Amostras | 04 |
| 3.3 - Procedimentos Analíticos | 06 |
| 4.0 - CRONOGRAMA DOS EVENTOS | 07 |
| 5.0 - CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUTURAIS DA FAIXA DO LITORAL COMPREENDIDA ENTRE A FOZ DO RIO DOCE E A CIDADE DE FORTALEZA | 08 |
| 5.1 - O Litoral Setentrional Nordestino, Faixa Com preendida entre o Cabo de São Roque (RN) até a cidade de Fortaleza (CE) | 09 |
| 5.2 - O Litoral Oriental Nordestino, Faixa Compreen dida entre o Cabo São Roque (RN) até a Foz do Rio Doce (ES) | 15 |
| 6.0 - TRABALHOS REALIZADOS | 23 |
| 6.1 - Amostragens | 23 |
| 6.2 - Análises | 34 |
| 7.0 - RESULTADOS OBTIDOS | 34 |
| 7.1 - Faixa Litorânea a Foz do Rio Doce (ES) à Mucuri (BA) | 34 |
| 7.2 - Faixa Litorânea B - Mucuri (BA) à Salvador (BA) .. | 36 |
| 7.3 - Faixa Litorânea C - Salvador (BA) à Pontal do Coruripe (AL) | 42 |

| | Pág. |
|---|------|
| 7.4 - Faixa Litorânea D - Pontal do Coruripe (AL) à Recife (PE) | 42 |
| 7.5 - Faixa Litorânea E - Recife (PE) à Tibau do Sul (RN) | 48 |
| 7.6 - Faixa Litorânea F - Tibau do Sul (RN) à Fortaleza (CE) | 48 |
| 8.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 51 |
| 9.0 - BIBLIOGRAFIA | 55 |

A N E X O S
V O L U M E II

| | |
|------------|--|
| Anexo I | - Normas PETROBRÁS nº 1919/Jan/84 e 2034/Out/84. |
| Anexo II | - Boletins de análises granulométricas |
| Anexo III | - Boletins de análises de arredondamento e esfericidade. |
| Anexo IV | - Mapa de localização e disposição das faixas litorâneas individualizadas escala 1:2.500.000. |
| Anexo V | - Mapa de caracterização morfoestrutural do litoral oriental e setentrional escala 1:2.500.000. |
| Anexo VI | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 01 - escala 1:1.000.000. |
| Anexo VII | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 02 - escala 1:1.000.000. |
| Anexo VIII | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 03 - escala 1:1.000.000. |
| Anexo IX | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 04 - escala 1:1.000.000. |
| Anexo X | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 05 - escala 1:1.000.000. |
| Anexo XI | - Mapa de localização dos pontos de observação e de amostragens - Folha 06 - escala 1:1.100.000. |

1.0 - INTRODUÇÃO

Em 13 de janeiro de 1986 a PETROBRÁS-Petróleo Brasileiro S/A através de seus técnicos, geólogos Helio Roncarati e Waldir Gnezelli (CENPES e DEPEX/SUPIN), em reunião realizada com os técnicos do Departamento de Pesquisa Geológica - DEPEG geólogos Emiliano C. de Souza e geógrafo Gil Cavalcanti de Albuquerque Filho, manifestaram interesse em que a CPRM realizasse uma prospecção de areias especiais para fraturamento de poços, em parte do litoral brasileiro.

A CPRM, através de novos contatos, procurou se situar no contexto das necessidades da PETROBRÁS e nas peculiaridades dos procedimentos técnicos relativos às coletas destas amostras de areias, para formular uma proposta técnica para realização desta proposta.

Tal proposta, foi apreciada e aprovada pela PETROBRÁS dando origem à assinatura do contrato nº 030/PR/86 formado entre a CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais e a PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S/A, visando a prospecção de areias especiais para fraturamento de poços. O presente relatório final, faz uma descrição ambiental dos depósitos amostrados ilustrados com mapas de localização dos pontos amostrados, bem como, descrição dos procedimentos de amostragem no campo e laboratoriais, e dos resultados obtidos, no que tange à seleção de áreas mais propícias a ocorrências destas areias, dentro das especificações detalhadas pelo cliente. Como parte dos procedimentos analíticos, ficaram a cargo da PETROBRÁS, o presente relatório não pôde ter um caráter conclusivo, muito embora procure selecionar e recomendar as áreas com melhor perspectivas de conterem depósitos destas areias especiais.

Finalmente o presente relatório é apresentado em cumprimento as cláusulas do contrato nº 030/PR/86 e respectiva proposta técnica anexa ao mesmo.

2.0 - OBJETIVOS

O presente projeto consistiu no desenvolvimento de pesquisa exploratória dos depósitos litorâneos compreendido entre a foz do Rio Doce (ES) e Fortaleza (CE) (Fig. 1), objetivando a descoberta de areias com características já esbelecidas para emprego em fraturamento de poços, de acordo com as normas da PETROBRÁS nº 1919/Jan/84, nº 2034 e API RP 56. Em resumo, tais normas definem areias com ótimo grau de seleção, arredondamento e esfericidade, o que lhes conferem boa resistência ao esmagamento.

Pretende-se ao final das pesquisas que ora se iniciam, definir um depósito com uma reserva da ordem de 11.000 toneladas, o que corresponderia às necessidades mais imediatas da PETROBRÁS.

3.0 - METODOLOGIA EMPREGADA

3.1 - PLANEJAMENTO

A fase de planejamento envolveu as seguintes atividades:

3.1.1 - AQUISIÇÃO DE BASES TOPOGRÁFICAS, IMAGENS DE RADAR E FOTOGRAFIAS AÉREAS

Foram providenciadas bases topográficas de 1:100.000 /1:50.000 e 1:25.000 (IBGE e SGE) cobrindo a faixa litorânea de Fortaleza até à foz do Rio Doce. Da mesma forma foram adquiridas imagens de Radar, escala 1:250.000 e fotografias aéreas na escala 1:60.000.

3.1.2 - SELEÇÃO DE ÁREAS

A partir da análise combinada dos mapas geológicos em escala 1:1.000.000, das imagens de Radar em escala 1:250.000 e fotografias aéreas, foi possível identificar áreas com disponibilidade de material arenoso e definir algumas unidades geomórfi



CPRM

PROJETO PESQUISA DE AREIAS ESPECIAIS PARA FRATURAMENTO DE POÇOS

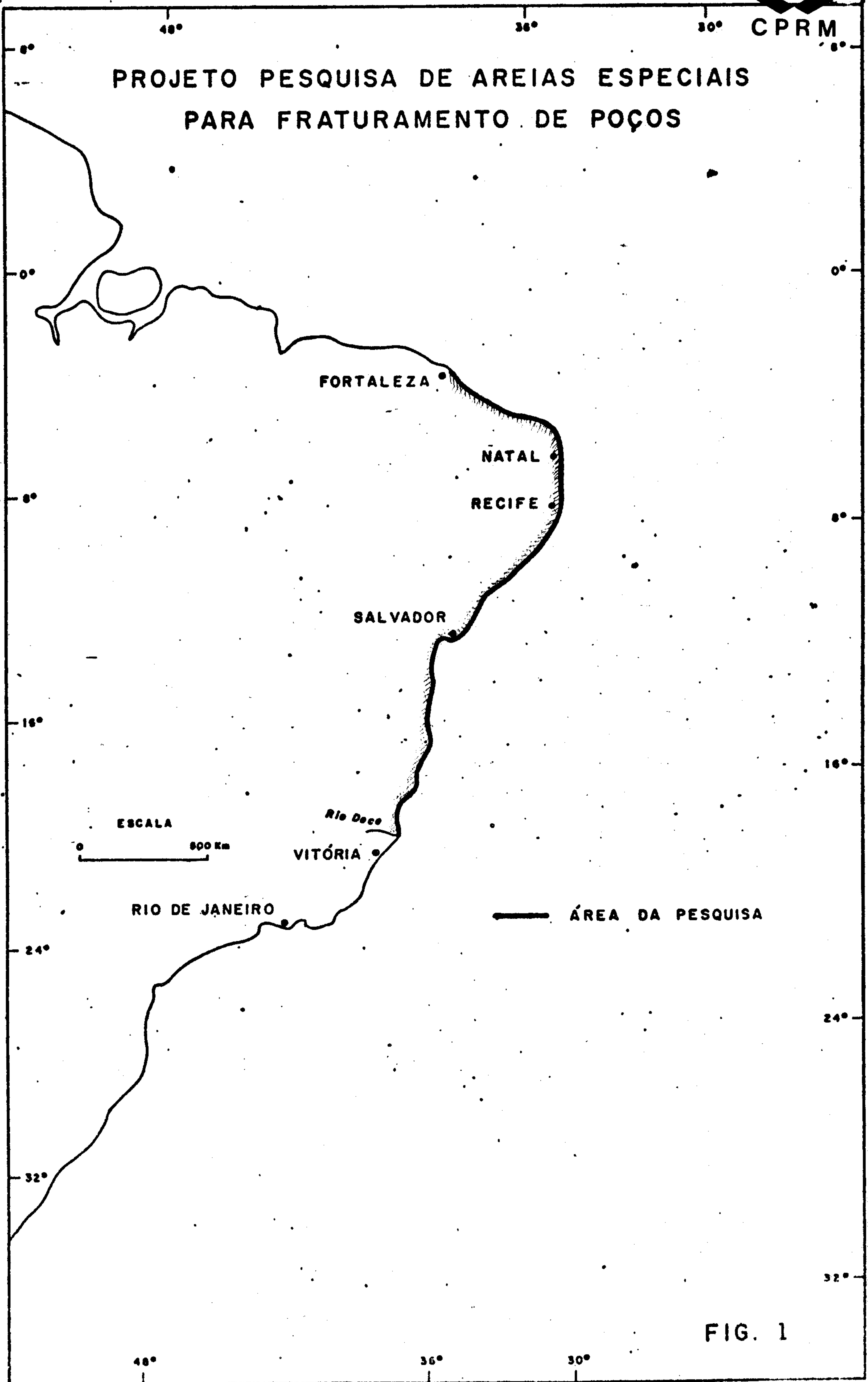


FIG. 1

cas, como dunas e áreas de pós praia, bem como cordões de areias bem desenvolvidos. Estes dados, somados às condições geográficas, produziram a divisão preliminar do litoral a ser pesquisado em 7 faixas, descritas abaixo:

- 1 - Regência à Itaúnas
- 2 - Mucuri à Porto Seguro
- 3 - Belmonte à Salvador
- 4 - Salvador à Foz do Rio São Francisco
- 5 - Foz do Rio São Francisco à João Pessoa
- 6 - João Pessoa à Touros
- 7 - Touros à Fortaleza

3.2 - COLETA DE AMOSTRAS

Após a definição preliminar destas 7 faixas litorâneas, com características geomorfológicas distintas, fez-se um planejamento da distribuição dos pontos de observações ao longo dos meses.

Tais pontos de observação correspondem na prática, aos locais onde se procurou confirmar "in loco" as características determinadas no escritório.

Uma vez confirmadas as premissas levantadas no planejamento, procedeu-se ao recolhimento das amostras. Porém, os locais amostrados nem sempre coincidiram com os pontos de observação definidos preliminarmente; pois, não raro, se constatou na prática que as melhores condições ambientais e melhor representatividade das amostras se encontravam em pontos deslocados. Cada amostra foi obtida com emprego de pá manual e enxada, retirando-se a areia encontrada, após se ter ultrapassado a cobertura superficial (mínimo de 20 cm de profundidade). O material recolhido foi homogeneizado sobre uma lona, quarteado e ensacadas as duas frações opostas, totalizando uma amostra de aproximadamente 3.0 kg cada uma (fotos A e B).



FOTO A

Procedimento, no campo, do quarteamento das amostras recolhidas.

FOTO B

Abertura de trincheira para recolhimento de amostra.



Os pontos de amostragem, foram locados em mapas plani altimétricos em escala 1:100.000 (bases IBGE, SGE e SUDENE), bem como se elaborou uma relação das amostragens com uma descrição sucinta dos aspectos fisiográficos e ambientais das amostras (dunas, cordão de areia...). Para melhor agilização dos procedimentos analíticos, procurou-se despachar as amostras para a CPRM-RIO em lotes de 20-30 amostras, que foram imediatamente submetidas às análises granulométricas, arredondamento e esfericidade e posteriormente remetidas para o CENPES, juntamente com uma fração origem de cada amostra.

3.3 - PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

As amostras coletadas, ao chegarem na CPRM-RIO, foram encaminhadas ao Laboratório Central de Análises Mineraiis - LAMIN para os procedimentos laboratoriais, de acordo com as especificações que constam das normas nº 2034/outubro/84 da PETROBRÁS.

Em resumo, cada amostra foi submetida à secagem em estufa ventilada e quarteada, separando-se uma fração origem para ser remetida ao cliente.

Posteriormente, o material arenoso foi pesado em balança de precisão e encaminhado para o processo de separação e classificação granulométrica.

Utilizou-se baterias de peneiras com malhas ~~20-40-50-60-70-F~~ e 16-20-30-40-50-F de acordo com as condições granulométricas da amostra origem.

Após a separação granulométrica, providenciou-se a pesagem das respectivas frações. Finalmente, efetuaram-se as análises de arredondamento e esfericidade. *na fração origem de cada amostra*

Na medida que se concluíram as análises de cada lote de amostras, encaminhou-se imediatamente ao CENPES/DIPROC/SECRES a fração origem e as frações granulométricas embaladas em sacos plásticos, acompanhada da relação dos pontos amostrados e dos boletins dos resultados das análises granulométricas, esfericidade

e arredondamento.

Estas amostras enviadas à PETROBRÁS, ainda sofrerão outros testes classificatórios no CENPES, tais como: análises de solubilidade em HCl-HF, turbidez e resistência ao esmagamento.

4.0 - CRONOGRAMA DOS EVENTOS

- 30.05.86 - Saída do Rio de Janeiro.
- 31.05.86 - Chegada no Hotel Flecha de Vitória (ES) para refeição e pernoite.
- 01.06.86 * à 03.01.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Regência (ES) e Itaúnas (ES).
- 04.06.86 * à 06.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Mucurí (BA) e Prado (BA).
- 07.06.86 * à 10.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Prado (BA) e Santa Cruz de Cabrália (BA).
- 11.06.86 * à 14.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Santa Cruz de Cabrália (BA) e Ilhéus (BA).
- 15.06.86 * à 17.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Ilhéus (BA) e Salvador (BA).
- 20.06.86 * à 24.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Salvador (BA) e Conde (BA).
- 24.06.86 * à 28.06.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Conde (BA) e Pirambu (SE).
- 28.06.86 * à 03.07.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Pirambu (SE) e Coruripe (AL).
- 03.07.86 * à 05.07.86 - Levantamento do trecho compreendido entre coruripe (AL) e Maceió (AL).
- 06.07.86 * à 07.07.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Maceió (AL) e Tamandaré (PE).
- 07.07.86 * à 10.07.86 - Levantamento do trecho compreendido entre Tamandaré (PE) e Recife (PE).
- 11.07.86 * à 13.07.86 - A equipe permaneceu em Recife para conserto do veículo.

- 13.07.86 ^à 20.07.86 - Levantamento do trecho compreendi do entre Recife (PE) e Baía da Traição (PB).
- 21.07.86 ^à 01.08.86 - A equipe permaneceu em João Pessoa para conserto de avaria mecânica no carro.
- 01.08.86 - Deslocamento da equipe de João Pessoa para Na tal.
- 02.08.86 ^à 05.08.86 - Levantamento do trecho compreendi do entre Natal e Areia Branca (RN).
- 05.08.86 - Deslocamento da equipe para Fortaleza (CE) pa ra obtenção de verba, a fim de dar continuida de ao projeto.
- 05.08.86 - Permanência da equipe em Fortaleza.
- 06.08.86 ^à 10.08.86 - Levantamento do trecho compreendi do entre Fortaleza (CE) e Areia Branca (RN).
- 10.08.86 - Deslocamento da equipe, de Mossorô (RN) para Natal.
- 10.08.86 ^à 13.08.86 - Levantamento do trecho compreendi do entre Natal e Cabedelo (PB).
- 13.08.86 ^à 15.08.86 - Deslocamento da equipe de Cabedelo para o Rio de Janeiro.
- 18.08.86 - Chegada da equipe no Rio de Janeiro. /

5.0 - CARACTERÍSTICAS MORFOESTRUTURAIS DA FAIXA DO LITORAL COMPREENDIDA ENTRE A FOZ DO RIO DOCE E A CIDADE DE FORTALEZA

Esta faixa do litoral nordestino, corresponde a uma á rea bastante diversificada em termos de paisagem, originada por alguns fatores, tais como: clima, correntes marinhas, regime de ventos, presença ou não de recifes, material em suspensão nas águas do mar e dos rios, etc., responsáveis pela elaboração do mo delado litorâneo. Esse litoral, acima mencionado, apresenta for ma e largura variadas, aparecendo trechos longos, onde o modela do, esculpido em depósitos praiais, apresenta-se bastante exten so, aplainado e suavemente inclinado em direção ao mar, como tam bém trechos, onde o cristalino e a Formação Barreiras chegam bem

próximo ao mar, originando prais com faixa de areia bastante estreita, ou inexistente, como acontece em certos casos, onde a Formação Barreiras é atingida diretamente pelas vagas, formando verdadeiras falésias, de pequeno a médio porte (Fotos 1 e 2).

Para uma melhor compreensão, devido a essa diversidade de paisagem ora apresentada, achou-se melhor dividir-se a faixa litorânea em estudo em: litoral setentrional nordestino, que corresponde aos estados do Rio Grande do Norte (a partir do Cabo São Roque) e Ceará, até à cidade de Fortaleza, e litoral oriental nordestino, que engloba a porção do Rio Grande do Norte, a baixo do Cabo São Roque e os estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte do Espírito Santo (até a foz do rio Doce), cada um comportando faixas relativamente homogêneas. (Vide Anexo V).

5.1 - O LITORAL SETENTRIONAL NORDESTINO, FAIXA COMPREENDIDA ENTRE O CABO DE SÃO ROQUE (RN) ATÉ À CIDADE DE FORTALEZA (CE)

Esta parte do litoral nordestino, é caracterizada pela predominância dos cordões arenosos, dunas e tabuleiros.

Os agentes mais importantes, responsáveis pelo modelo desse litoral seco, e portanto de maior disponibilidade de material arenoso, são os ventos alísios de NE e a oscilação das mares que determinam o deslocamento das areias para W formando cordões, bancos arenosos e dunas (Foto 3).

Segundo BRANNER (1966), a plataforma desse litoral é muito pouco inclinada e, as grandes vagas de ENE revolvem essa plataforma pouco profunda, arremessando, continuamente, para o litoral, uma grande quantidade de areia. Ainda segundo o autor citado, o continente estaria submetido a intensa ação destrutiva, a qual, em alguns pontos, já teria acarretado um recuo de 40 km na linha da costa.

Esses grande depósitos arenosos impedem, geralmente, os cursos d'água de atingirem diretamente o oceano, obrigando-os a



FOTO 1

Praia de Miaí (AL)

Praia com estirâncio bastante desenvolvido, aplainado e suavemente inclinado em direção ao mar.

FOTO 2

Praia Lagoa Azeda (AL)

Praia onde a formação Barreiras chega até a linha de costa, ficando o estirâncio totalmente coberto nas mares altas.





FOTO 3

Mar de dunas - Maxaranguape (RN)

Formado, principalmente, pelo deslocamento de material arenoso, provocado pelos ventos aliseos de NE.

FOTO 4

Lagunas formadas através do aprisionamento de águas de rios e lençóis freáticos superficiais, que são barrados pelos cordões de dunas, impossibilitando de atingirem o mar. Maxaranguape (RN).



correrem paralelos à linha de costa, por detrás da barreira formada pelas dunas, antes de atingirem o mar. Foi observado também, que em certos casos, lagoas e lagunas litorâneas originam-se do aprisionamento das águas de rios e do lençol freático subsuperficial (Foto 4).

As dunas predominam em toda a extensão litorânea da área da cidade de Fortaleza (CE) até às proximidades de Touros (RN). Orientadas segundo a direção dos ventos dominantes, as dunas desenvolvem-se para W/SW, sendo alimentadas pelo material arenoso das praias que, na maré baixa, fica exposto à ação dos ventos.

Esses grandes cordões arenosos, em deslocamento, chegam a ameaçar áreas agrícolas e pequenas aldeias colocadas mais para o interior, podendo até mesmo desviar embocaduras de pequenos rios, e por isso são chamadas dunas vivas. As dunas semifixadas pela vegetação, espontânea ou cultivada, podem-se tornar móveis (ou vivas), em função da distribuição da vegetação. Em algumas dessas dunas semifixadas, como foi observado, está havendo um retrabalhamento, sendo a cobertura vegetal recoberta novamente por areia (Fotos 5 e 6).

Conforme constatou-se, as dunas edafizadas, em geral mortas (fixas), podem-se apresentar desmanteladas pela erosão, não guardando mais a forma característica, evoluindo como solo podzolizado ou como latossolo.

É bastante frequente, neste litoral setentrional, a presença de tabuleiros com superfícies regulares variando de 20 a 40 metros de altitude, em média, sendo recobertos, em parte, por cordões arenosos e pelo manto dunar. Quando chegam bem próximo ao mar, ao alcance das vagas, esses tabuleiros constituem falésias vivas e, quando se posicionam mais para o interior, falésias mortas (Foto 7).

Os recifes de arenito e de coral, são um aspecto geomorfológico importante do litoral nordestino em geral, surgindo no litoral cearense e potiguar estendendo-se até o sul da Bahia,



FOTO 5

Dunas semifixadas, sofrendo processo de retrabalhamento Maxaranguape (RN).

FOTO 6

*Dunas semifixadas, sofrendo processo de retrabalhamento; observando-se ao fundo, cordões de dunas edafizadas.
Maxaranguape (RN)*





FOTO 7

Tabuleiros da Formação Barreiras, atingindo a linha do litoral, constituindo as chama das falésias vivas.

Tibau do Sul - RN

FOTO 8

Recifes areníticos do litoral alagoano, paralelo a linha de costa, suavizando o efeito das ondas em relação à praia.

Aspecto geomorfológico comum no litoral nordestino.

Praia de Cururipe

(AL)



na região de Abrolhos. Frequentemente aparecem combinados entre si, estando os coralígenos desenvolvidos sobre os areníticos. Paralelos entre si e à praia, os recifes correspondem a antigas linhas de costa (Foto 8).

Nesta costa semi-árida, os manguezais tornam-se bastante raros, devido ao fato da agitação das vagas e pela própria condição climática da região (semi-aridez), que inibem a fixação e desenvolvimento dessa vegetação.

O ambiente natural favorece a implantação da indústria extrativa do sal. A maré cobre, com água de salinidade bastante alta, enormes faixas de terras, dando origem às salinas. Essa água apreendida, natural ou artificialmente, não encontra o menor obstáculo para se evaporar, tendo em vista o clima de semi-aridez dominante na região. Tudo isso, somado ao fato do solo dessa área ser constituído de mistura de argila e conchas calcárias cimentadas com o auxílio da água salgada tornando-o impermeável, complementa o quadro natural necessário à implantação da indústria de extração do cloreto de sódio, principalmente no Rio Grande do Norte (Macau e Areia Branca).

5.2 - O LITORAL ORIENTAL NORDESTINO, FAIXA COMPREENDIDA ENTRE O CABO SÃO ROQUE (RN) ATÉ A FOZ DO RIO DOCE

Formando a segunda grande unidade do litoral nordestino, essa porção litorânea estende-se do Rio Grande do Norte (Cabo São Roque) até o norte do Espírito Santo (Foz do Rio Doce), diferenciada do trecho setentrional por seu clima mais úmido, e pela diversificação dos acidentes aí encontrados tais como: restingas, dunas, lagoas, mangues, tabuleiros da Formação Barreiras e colinas modeladas em rochas pré-cambrianas.

As baixadas, dependendo de uma menor ou maior aproximação com o mar, tabuleiros e colinas, estreitam-se ou se alargam. Nelas, geralmente os rios têm suas embocaduras afogadas, formando "rias" que, quando colmatadas, em épocas pretéritas, deram origem, em certos casos, a lagoas e brejos, como se foi possível

observar no estado de Alagoas (Fotos 9 e 10).

Apesar da variedade e extensão, distinguimos no litoral oriental nordestino, os seguintes aspectos geomorfológicos relativamente homogêneos: a grande extensão dos cordões arenosos e a presença marcante, em longo trecho da área, dos tabuleiros da Formação Barreiras, além da presença de recifes, ocupando grande extensões da área.

Os longos cordões arenosos, ao longo de quase todo o litoral nordestino, desenvolvem-se junto à linha de costa, ora apoiados em pontões rochosos, ora fechando sucessões de cordões arenosos que se dispõem mais para o interior. Formados por materiais finos, areias e vasas, conforme o observado, esses cordões teriam como fonte de alimentação, elementos facilmente transportados, em suspensão, por águas agitadas e ao longo da costa.

Alongados, os cordões arenosos processam o retrabalhamento litorâneo, fechando baías e braços de mar, originando lagunas, barrando embocaduras de rios, obrigando-os a correrem paralelos às linhas de costa, antes de atingirem o oceano (Foto 11).

Quando interiorizados, geralmente, os cordões antigos são colonizados pela vegetação de restinga (Foto 12).

A Formação Barreiras, constitui-se num elemento fundamental, pois, além de responsável pela maioria dos tipos de costa, exerce papel importante para as relações com a região sublitorânea. A Formação Barreiras, sem atingir grandes altitudes, em grande parte desse litoral chega até à linha de costa, permitindo o solapamento pelas vagas. Surgem então, dessa maneira, costas escarpadas, características de muitos trechos desse litoral como nos Estados de Recife, Alagoas e sul da Bahia principalmente (Foto 13).

De maneira geral, essas escarpas da Formação Barreiras são mais conservadas na parte norte do litoral nordestino, particularmente no Rio Grande do Norte, em função da presença de um clima marcado pela semi-aridez. Do estado da Paraíba para



FOTO 9

*Cordão arenoso fechando a embocadura
do rio Jequiã.*

Barra de Jequiã - AL

FOTO 10

*Pequena laguna entre
os cordões de praia
e a Formação Barreiras,
ao fundo, formada pelo aprisionamen
to das águas do rio
Jequiã.*

Cururipe - AL





FOTO 11

Rio Itapecuru, correndo paralelo à linha de costa, devido à presença de extensos cordões arenosos litorâneos, que o impedem de atingir diretamente o oceano.

Cobõ - BA

FOTO 12

Antigos cordões arenosos sendo recobertos por vegetação de restinga.

*Praia da Gamboa
PE*





FOTO 13

*Formação Barreiras atingindo a linha de
costa, constituindo-se em falésia viva.*

Curumuxativa - Sul da Bahia

sul, a dissecação dos tabuleiros pela rede de drenagem e tanto mais acentuada quanto mais úmidas são as condições climáticas e quanto maior o número de rios de regime perene. Nesse caso, as várzeas tornam-se amplas e argilosas, as quais são ocupadas, principalmente, pelo cultivo da cana de açúcar.

No litoral meridional de Pernambuco, aparecem alguns promontórios em granito, um deles formando a saliência do cabo de Santo Agostinho. Nesta mesma faixa, os tabuleiros estreitam-se, para ampliarem-se novamente em Alagoas.

Segundo DRESCH (1958), a erosão dos tabuleiros em Alagoas, como em outros trechos do litoral brasileiro, estaria relacionada a uma regressão marinha ou a um soerguimento da borda continental durante o Pleistoceno, capaz de provocar aprofundamento da drenagem e retomada de erosão dos rios, os quais, com o posterior movimento transgressivo do mar, tiveram seus baixos cursos afogados e transformados em "rias". A formação dos cordões litorâneos, posteriormente, barrando a saída dos rios para o oceano, provavelmente foi o agente causador da formação das lagoas de MANDAÛ, MANGUABA, GRANDE, RATEIO, e numerosas outras encontradas na baixada litorânea de Alagoas.

A foz do rio São Francisco, constitui uma notável feição morfológica desse litoral oriental do nordeste, pela extensão das formações sedimentares quaternárias dispostas em forma de amplo leque aberto para o oceano. Nessa área o rio corre entre cordões arenosos sucessivos, orientados de SW-NE e baixadas aluviais. Por detrás da vasta planície, desenvolve-se baixos níveis de terraços quaternários e amplas áreas modeladas em sedimentos da Formação Barreiras. Nesta área os cordões arenosos atingem dimensões impressionantes, sendo limitadas ao fundo, por uma linha de dunas (Foto 14).

A baía de Todos os Santos também é outra feição importante desse litoral oriental, modelada em área de complexa estrutura geológica. A baía constitui autêntica "ria", originada do



FOTO 14

Extensos cordões arenosos, próximo à foz do rio São Francisco, limitado por linha de dunas, ao fundo.

Pontal do Peba - AL

FOTO 15

Extensa linha de recifes no litoral paraibano.

*Praia de Coqueirinho
Bahia de Traição - PB*



trabalho da erosão fluvial que modelou parte do GRABEN, posteriormente transformado em uma grande "ria".

No conjunto, a grande baía de Todos os Santos possui litoral articulado, com enseadas e pequenas baías, em torno do qual as baixadas litorâneas são desenvolvidas.

Os recifes, nesse litoral oriental do nordeste, também constituem aspecto importante da paisagem externa. Assim como na parte setentrional, os recifes que ocorrem nessa faixa oriental são os de arenito e coral.

As linhas de recife têm extensão e largura variáveis.

Em alguns casos reduzem-se ao comprimento de algumas centenas de metros, mas, em outros, formam linhas de muitos quilômetros (Foto 15). Podem apresentar mais de 100 m de largura, em casos excepcionais.

Os recifes de coral apresentam extensão considerável e oferecem aspectos variados quanto ao tipo.

6.0 - TRABALHOS REALIZADOS

6.1 - AMOSTRAGENS

Foram selecionados previamente, durante o planejamento dos trabalhos, cerca de 200 pontos de observação ou estações, onde seriam feitos levantamentos das características sedimentológicas das unidades geomórficas e, em função delas, escolher os pontos de amostragens. O recolhimento das amostras e a densidade da amostragem em cada unidade geomórfica (cordões arenosos, dunas, etc), ou ocorrências arenosas mais restritas, foi resultante de observações criteriosas de campo, onde se procurou, macroscopicamente, vislumbrar os graus de seleção, teor quartzoso, graus de arredondamento, esfericidade, bem como as perspectivas de tonelagem dos mesmos.

Para efeito de organização e distribuição dos trabalhos de campo, com base nas características morfoestruturais da faixa litorânea compreendida entre a foz do Rio Doce (ES) e a cidade de Fortaleza (CE), subdividiu-se o litoral proposto, nas seguintes faixas:

- A - Faixa litorânea Foz do Rio Doce (ES) a Mucuri (BA)
- B - Faixa litorânea Mucuri (BA) a Salvador (BA)
- C - Faixa litorânea Salvador (BA) a Pontal do Coruripe (AL)
- D - Faixa litorânea Pontal do Coruripe (AL) a Recife (PE)
- E - Faixa litorânea Recife (PE) a Tibau do Sul (RN)
- F - Faixa litorânea Tibau do Sul (RN) a Fortaleza (CE)

Na faixa litorânea A, Foz do Rio Doce (ES) a Mucuri (BA), foram feitos 05 (cinco) pontos de observação e retirada 01 (uma) amostra, que correspondeu ao 1º cordão (berma de tempestade), na praia de Itaúnas.

Na faixa litorânea B, Mucuri (BA) a Salvador (BA), foram executados 20 (vinte) pontos de observação e retiradas 03 (três) amostras, sendo duas em depósitos da Formação Barreiras e

uma no 1º cordão (berma de tempestade), na praia de Coruripe (Oliveira/Ilhéus).

Na faixa litorânea C, Salvador (BA) à Pontal do Coruripe (AL), foram realizados 48 (quarenta e oito) pontos de observação e coletadas 47 (quarenta e sete) amostras.

Estas 47 amostras estão distribuídas pelas seguintes unidades geomórficas:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| 1º cordão (berma de tempestade) | - 18 amostras |
| 2º cordão | - 07 amostras |
| 3º cordão | - 01 amostra |
| 4º cordão | - 02 amostras |
| cordões não definidos | - 15 amostras |
| dunas | - 04 amostras |

Na faixa litorânea D, Pontal do Coruripe (AL) à Recife (PE), foram feitos 33 (trinta e três) pontos de observação e retiradas 32 (trinta e duas) amostras.

Estas 32 amostras estão distribuídas pelas seguintes unidades geomórficas:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| 1º cordão (berma de tempestade) | - 13 amostras |
| 2º cordão | - 10 amostras |
| 3º cordão | - 05 amostras |
| 4º cordão | - 02 amostras |
| cordões não definidos | - 02 amostras |

Na faixa litorânea E, Recife (PE) à Tibau do Sul (RN), foram executados 21 (vinte e um) pontos de observação e retiradas 14 (catorze) amostras.

Estas 14 amostras estão distribuídas nas seguintes unidades geomórficas:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| 1º cordão (berma de tempestade) | - 07 amostras |
| 2º cordão | - 03 amostras |
| 3º cordão | - 01 amostra |
| Duna | - 01 amostra |
| Cordões não definidos | - 02 amostras |

Na faixa litorânea F, Tibau do Sul (RN) à Fortaleza (CE) foram realizados 73 (setenta e três) pontos de observação e retiradas 59 (cinquenta e nove) amostras.

Estas 50 amostras estão distribuídas nas seguintes unidades geomórficas:

| | |
|---------------------------------|---------------|
| 1ª cordão (berma de tempestade) | - 21 amostras |
| 2ª cordão | - 05 amostras |
| 3ª cordão | - 04 amostras |
| 4ª cordão | - 01 amostra |
| Duna | - 26 amostras |
| Cordões não definidos | - 02 amostras |

Em detalhe, a listagem dos pontos de observações, e de amostragens e suas respectivas localizações:

LISTAGEM DAS OBSERVAÇÕES DE CAMPO

| | |
|----------------|---|
| Observação 001 | - (Regência - ES) |
| " 002 | - (Monsarás - ES) |
| " 003 | - (Conceição da Barra - ES) |
| " 004 | - (Barra do Rio Itaúnas - ES) |
| " 005 | - (Praia de Itaúnas - ES) <u>AMOSTRA 1</u> |
| " 006 | - (Praia de Mucuri - BA) |
| " 007 | - (Mucuri - BA - Mussununga - F.Barreiras) <u>AMOSTRA 2</u> |
| " 008 | - (Nova Viçosa - BA) |
| " 009 | - (Ponto da Baleia - BA - Caravelas) |
| " 010 | - (Alcobaça - BA) |
| " 011 | - (Prado - BA) |
| " 012 | - (Curumuxatiba - BA) |
| " 013 | - (Ponta de Corumbá - BA) |
| " 014 | - (Fazenda Itaquera - BA) <u>DEPÓSITO INTERNO</u> |
| " 015 | - (Ajuda - BA) |
| " 016 | - (Santa Cruz de Cabralia - BA) |
| " 017 | - (Recifes Aragiipe - BA) |
| " 018 | - (Belmonte - BA) |

- Observação 019 - (Canavieiras-BA - Ilha de Atalaia)
- " 020 - (Canavieiras-BA - Estrada, KM22) DE
PÓSITO INTERNO
- " 021 - (Praia Coruripe-BA - Olivença-Ilhéus)
AMOSTRA 4
- " 022 - (Sítio Novo-BA - 20Km/N de Ilhéus)
- " 023 - (12 Km/N Foz do Rio das Contas - BA
Itacarê)
- " 024 - (Ponta do Mutã - BA)
- " 025 - (Ilha de Tinharê - BA)
- " 026 - (Itapuã - BA - Dunas) AMOSTRA 6
- " 027 - (Arembepe - BA - Berma) AMOSTRA 5
- " 028 - (Arembepe - BA - cordão pós restinga)
AMOSTRA 7
- " 029 - (Guarajuba- BA - berma) AMOSTRA 8
- " 030 - (Jenipapo-BA - Duna) AMOSTRA 9
- " 031 - (Praia do Forte-BA) - 2º cordão - Es
trada) AMOSTRA 10
- " 032 - (Ponta do Açú da Torre-BA - 2º cordão)
AMOSTRA 11
- " 033 - (Praia do Forte BA, em frente ao fa
rol - berma) AMOSTRA 12
- " 034 - (Praia do Porto de Sauipe-BA berma)
AMOSTRA 13
- " 035 - (Estrada Porto de Sauipe-BA 1 Km
da saída da cidade - 2º cordão)
AMOSTRA 14
- " 036 - (Praia de Subaúma-BA - 2º cordão)
AMOSTRA 15
- " 037 - (13 Km da estrada Subaúma/Entre Rios
- BA) AMOSTRA 16
- " 038 - (Fazenda Ribeiro-BA - 18 Km da Barra
do Trairi) AMOSTRA 17
- " 039 - (3 Km da estrada Sítio/Itariri-BA -
3º cordão) AMOSTRA 18
- " 040 - (Barra do Rio Piranji-BA - 2º cor
dão) AMOSTRA 19
- " 041 - (Praia dos Coqueiros-BA)
- " 042 - (Pontal - SE - Foz do Rio Real) AMOS
TRA 20



- Observação 043 - (4 Km da estrada de Pontal-SE) AMOSTRA 21
- " 044 - (Praia do Abais-SE - parte frontal do cordão que aparece após a 1ª área de Laguna) AMOSTRA 22
- " 045 - (Praia do Abais-SE - área de dunas) AMOSTRA 23
- " 046 - (Praia do Abais-SE - berma) AMOSTRA 24
- " 047 - (Praia do Abais-SE - 2ª cordão após restinga) AMOSTRA 25
- " 048 - (Praia de Pirambú-SE - berma - 1 Km da cidade) AMOSTRA 26
- " 049 - (Praia de Pirambú-SE - 2ª cordão - 1 Km da cidade) AMOSTRA 27
- " 050 - (Praia de Pirambu-SE - 3ª cordão - Dunas) AMOSTRA 28
- " 051 - (5 Km estrada Pirambú/Japaratuba-SE) AMOSTRA 29
- " 052 - (10.5 Km estrada Pirambú/Japaratuba-SE) AMOSTRA 30
- " 053 - (Ponta do Mangue-SE - cordão pós canal) AMOSTRA 31
- " 054 - (Ponta do Mangue-SE - área de duna) AMOSTRA 32
- " 055 - (Ponta do Mangue-SE - reverso do cordão-Piranhas) AMOSTRA 33
- " 056 - (Pontal do Peba-AL - berma/prox.col. pesca) AMOSTRA 34
- " 057 - (Est. Piaçabuçu/P.Peba-AL Km85 - Frontal do cordão) AMOSTRA 35
- " 058 - (mesmo local da AMOSTRA 35 - reverso do cordão) AMOSTRA 36
- " 059 - (Estrada Piaçabuçu/Penedo, Km 2 - Bolsão) AMOSTRA 37
- " 060 - (600 M do farol de Coruripe-AL - berma) AMOSTRA 38
- " 061 - (600 M do farol de Coruripe-AL - reverso do 2ª cordão) AMOSTRA 39
- " 062 - (Praia de Miaí-AL - berma) AMOSTRA 40
- " 063 - (Praia de Miaí-AL - reverso do 2ª cordão) AMOSTRA 41

- Observação 064 - (Km 2 estrada Feliz Deserto/P. Peba-AL - 4º cordão) AMOSTRA 42
- " 065 - (5 Km/S, P.Peba-AL - Duna) AMOSTRA 43
- " 066 - (5 Km/S, P.Peba-AL - Berma) AMOSTRA 44
- " 067 - (5 Km/N, P.Peba-AL - 2º cordão-Duna) AMOSTRA 45
- " 068 - (5 Km/N, P.Peba-AL - Berma) AMOSTRA 46
- " 069 - (10 Km/N, P.Peba-AL - Berma) AMOSTRA 47
- " 070 - (20 Km/N, P.Peba-AL - Berma) AMOSTRA 48
- " 071 - (Foz do Rio Coruripe) AMOSTRA 49
- " 072 - (Estrada de Miaí-AL - 4º cordão - 500 M da praia) AMOSTRA 50
- " 073 - (100 M da amostra anterior) AMOSTRA 51
- " 074 - (Lagoa do Pau-AL - 3º cordão) AMOSTRA 52
- " 075 - (Lagoa do Pau-AL - 2º cordão) AMOSTRA 53
- " 076 - (Lagoa do Pau-AL - berma) AMOSTRA 54
- " 077 - (Lagoa do Pau-AL - 4º cordão) AMOSTRA 58
- " 078 - (Praia de Pituba-AL - 3º cordão) AMOSTRA 55
- " 079 - (Praia de Pituba-AL - 2º cordão) AMOSTRA 56
- " 080 - (Praia de Pituba-AL - berma) AMOSTRA 57
- " 081 - (1 Km/S da Barra do Jequiá-AL - berma) AMOSTRA 59
- " 082 - (1 Km/S da Barra do Jequiá-AL - 2º cordão) AMOSTRA 60
- " 083 - (2 Km/N, de Barra de S.Miguel-AL - berma) AMOSTRA 61
- " 084 - (Fazenda Estiva, à 4 Km da Barra de S. Miguel-AL) AMOSTRA 62
- " 085 - (Praia do Francês - berma) AMOSTRA 63
- " 086 - (Praia de Jacarecica-AL - berma) AMOSTRA 64
- " 087 - (Praia de Jacarecica-AL - 2º cordão) AMOSTRA 65

- Observação 088 - (Lajes-AL - 3º cordão) AMOSTRA 66
- " 089 - (Maragogi-AL - berma) AMOSTRA 67
- " 090 - (São José da Coroa Grande-PE)
- " 091 - (Tamandaré-PE - berma de tempestade)
AMOSTRA 68
- " 092 - (Barra do Sirinhaem-PE - berma) AMOSTRA 69
- " 093 - (Barra do Sirinhaem-PE, 1 Km/S - 2º cordão) AMOSTRA 70
- " 094 - (Barra do Sirinhaem-PE - 1 Km/S - 3º cordão) AMOSTRA 71
- " 095 - (Praia da Gamela-PE, extremo sul do arco de praia - berma) AMOSTRA 72
- " 096 - (Praia de Guadalupe-PE - 2º cordão) AMOSTRA 73
- " 097 - (Praia de Guadalupe-PE - 3º cordão) AMOSTRA 74
- " 098 - (Praia de Guadalupe-PE - 4º cordão) AMOSTRA 75
- " 099 - (Porto das Galinhas, Maracaípe-PE - berma) AMOSTRA 76
- " 100 - (Barra do Rio Maracaípe-PE - margem direita) AMOSTRA 77
- " 101 - (Praia de Porto das Galinhas-centro do arco de praia/berma-PE) AMOSTRA 78
- " 102 - (Praia do Cupe-PE - berma) AMOSTRA 79
- " 103 - (Praia do Cupe-PE - 2º cordão) AMOSTRA 80
- " 104 - (Praia da Gamboa-PE - base do cordão) AMOSTRA 81 2º
- " 105 - (Praia da Gamboa-PE - Tapa do cordão) AMOSTRA 82 2º
- " 106 - (Praia de Gaibu-PE - 2º cordão) AMOSTRA 83
- " 107 - (Praia da Conceição-PE)
- " 108 - (Praia de Maria Farinha-PE)
- " 109 - (Estrada Praia da Conceição/Paulista-PE, Km 2) AMOSTRA 84
- " 110 - (Itamaracá-PE, Forte Orange - berma) AMOSTRA 85



- Observação 111 - (Ponta de Pedra-PE - berma) AMOSTRA 86
- " 112 - (4 Km/S da Ponta de Pedra-PE) AMOSTRA 87
- " 113 - (Carne de Vaca-PE - 2º cordão) AMOSTRA 88
- " 114 - (Pitimbu-PA - berma) AMOSTRA 89
- " 115 - (Ponta do Coqueiro-PA) AMOSTRA 90
- " 116 - (Baía de Cima - PA)
- " 117 - (Praia Barra do Gramame-PA)
- " 118 - (Ponta do Lucena-PA)
- " 119 - (Barra do Rio Miriri-PA)
- " 120 - (Barra de Mamanguape-PA)
- " 121 - (Coqueirinho-PA - berma) AMOSTRA 91
- " 122 - (Coqueirinho-PA - 2º cordão) AMOSTRA 92
- " 123 - (Coqueirinho-PA - 3º cordão) AMOSTRA 93
- " 124 - (Baía da Traição-PA - 2º cordão) AMOSTRA 94
- " 125 - (Baía da Traição-PA - berma) AMOSTRA 95
- " 126 - (Praia de Galos-RN - berma) AMOSTRA 96
- " 127 - (Praia de Galos-RN - Frente da duna) AMOSTRA 97
- " 128 - (Praia de Galos-RN - Reverso da duna) AMOSTRA 98
- " 129 - (2 Km/N de Caiçaras-RN - Duna prox. à lâmina d'água) AMOSTRA 99
- " 130 - (Caiçaras-RN - berma) AMOSTRA 100
- " 131 - (estrada Caiçaras/S. Bento - corte de duna) AMOSTRA 101
- " 132 - (Guamarê-RN - margem esquerda do rio do Porto) AMOSTRA 102
- " 133 - (Guamarê-RN - 5 Km/N - berma) AMOSTRA 103
- " 134 - (Guamarê-RN - 5 Km/N - topo da berma) AMOSTRA 104



- Observação 135 - (Guamarê-RN - 5 Km/N - 2º cordão)
AMOSTRA 105
- " 136 - (Guamarê-RN - 5 Km/N - Duna, 30 cm
iniciais) AMOSTRA 106
- " 137 - (Guamarê-RN - 5 Km/N - Duna, após 30
cm) AMOSTRA 107
- " 138 - (Praia de Upanema-RN - Areia Branca
- duna) AMOSTRA 108
- " 139 - (Praia de Upanema-RN - Areia Branca -
Duna) AMOSTRA 109
- " 140 - (Açude Salgado-RN - Dunas) AMOSTRA 110
- " 141 - (Praia Baixa Grande-RN - berma)
AMOSTRA 111
- " 142 - (Praia Baixa Grande-RN - Duna no re
verso da berma/frente) AMOSTRA 112
- " 143 - (Praia Baixa Grande-RN - Duna no re
verso da berma/reverso) AMOSTRA 113
- " 144 - (Praia Baixa Grande-RN - Duna pós
planície) AMOSTRA 114
- " 145 - (Ponta da Redondinha-RN - berma)
AMOSTRA 115
- " 146 - (Praia do Cristóvão-RN - Duna)
AMOSTRA 116
- " 147 - (Ponta do Mel-RN - berma) AMOSTRA
117
- " 148 - (Ponta do Mel-RN - 2º cordão)
AMOSTRA 118
- " 149 - (Ponta do Mel-RN - 3º cordão)
AMOSTRA 119
- " 150 - (Ponta do Mel-RN - duna) AMOSTRA 120
- " 151 - (Prainha de Aquiraz-CE - berma)
AMOSTRA 121
- " 152 - (Prainha de Aquiraz-CE - 2º cordão)
AMOSTRA 122
- " 153 - (Prainha de Aquiraz-CE - 3º cordão)
AMOSTRA 123
- " 154 - (Prainha de Aquiraz-CE - 4º cordão)
AMOSTRA 124
- " 155 - (Prainha de Aquiraz-CE - duna - mar-
gem esquerda do rio Catu) AMOSTRA
125



- Observação 156 - (Barra do Caponga-CE - berma de tempestade) AMOSTRA 126
- " 157 - (Barra do Caponga-CE - 2º cordão) AMOSTRA 127
- " 158 - (Barra do Caponga-CE - Duna) AMOSTRA 128
- " 159 - (Barra Nova-CE - Frente da berma) AMOSTRA 129
- " 160 - (Barra Nova-CE - reverso da berma) AMOSTRA 130
- " 161 - (Morro Branco-CE - berma) AMOSTRA 131
- " 162 - (Diogo-CE - Duna) AMOSTRA 132
- " 163 - (Campestre-CE - berma) AMOSTRA 133
- " 164 - (Campestre-CE - duna) AMOSTRA 134
- " 165 - (Parajuru-CE - berma) AMOSTRA 135
- " 166 - (Parajuru-CE - 2º cordão) AMOSTRA 136
- " 167 - (Parajuru-CE - 3º cordão) AMOSTRA 137
- " 168 - (Ponta de Maceió-CE - berma) AMOSTRA 138
- " 169 - (Ponta de Maceió-CE - duna) AMOSTRA 139
- " 170 - (Canoa Quebrada-CE - duna) AMOSTRA 140
- " 171 - (Quixabã-CE - duna) AMOSTRA 141
- " 172 - (Ibicuitaba-CE - duna) AMOSTRA 142
- " 173 - (Quitéria-CE - duna) AMOSTRA 143
- " 174 - (Ponta Grossa-CE - duna) AMOSTRA 144
- " 175 - (Tibau-CE - Manibu)
- " 176 - (Praia das Trevas-RN)
- " 177 - (Touros-RN - berma) AMOSTRA 145
- " 178 - (Touros-RN - 3º cordão) AMOSTRA 146
- " 179 - (Touros-RN - duna fixa) AMOSTRA 147
- " 180 - (Rio do Fogo-RN - duna) AMOSTRA 148



- Observação 181 - (Rio do Fogo-RN) AMOSTRA 149
- " 182 - (Rio do Fogo-RN - duna fixa)
AMOSTRA 150
- " 183 - (Foz do Rio Punaú-RN)
- " 184 - (Maracajaú-RN)
- " 185 - (Maxaranguape-RN - duna fixa)
AMOSTRA 151
- " 186 - (Maxaranguape-RN - duna móvel)
AMOSTRA 152
- " 187 - (Jacumã-RN)
- " 188 - (Pitangui-RN)
- " 189 - (Ponta Negra-RN)
- " 190 - (Piranji do Sul-RN)
- " 191 - (Tabatinga-RN)
- " 192 - (Tibau do Sul-RN - berma)
AMOSTRA 153
- " 193 - (Tibau do Sul-RN - duna)
AMOSTRA 154
- " 194 - (Cunhaú-RN)
- " 195 - (Baía Formosa-RN - berma)
AMOSTRA 155
- " 196 - (Baía Formosa-RN - duna fixa)
AMOSTRA 156
- " 197 - (Barra do Camaratuba-RN)
- " 198 - (Pedra Grande-RN)
- " 199 - (Porto do Mangue-RN)
- " 200 - (Barra do Corta Cachorro-RN)



6.2 - ANÁLISES

No Laboratório Central de Análises Mineralógicas - LAMIN, foram feitas 156 secagens e quarteamentos de amostras e, realizadas 156 análises sedimentológicas de granulometria, visando definir as frações granulométricas através de baterias de peneiras de 40 a 60 malhas e de 20 a 40 malhas.

Na bateria de peneiras de 40 a 60 malhas, separou-se as frações 30, 40, 50, 60, 70 malhas e fundo.

Na bateria de peneiras de 20 a 40 malhas, separou-se as frações 16, 20, 30, 40, 50 malhas e fundo.

Fez-se também, 156 determinações de graus de arredondamento e esfericidade.

(Vide boletins de análise no volume II - Anexos)

7.0 - RESULTADOS OBTIDOS

Ao juntar as informações de campo, e os dados laboratoriais, que mostraram os dados granulométricos; padrão de seleção; grau de esfericidade e grau de arredondamento das amostras recolhidas, delimitou-se seis faixas litorâneas, citadas no tópico de trabalhos realizados e que abaixo estão interpretadas. (Vide Anexo IV).

7.1 - FAIXA LITORÂNEA A - FOZ DO RIO DOCE (ES) À MUCURI (BA)

Esta área é representada pelo complexo deltaico do rio Doce. O complexo possui uma área total de cerca de 10.000 Km², dois terços dos quais, submerso. Embora o rio Doce tenha sido atuação mais significativa, outros rios integram-se no processo: São Mateus, Ipiranga, Mariricu.

Distinguem-se diversos subambientes de sedimentação, atual e pretérita, na planície deltaica superior, que são: ca

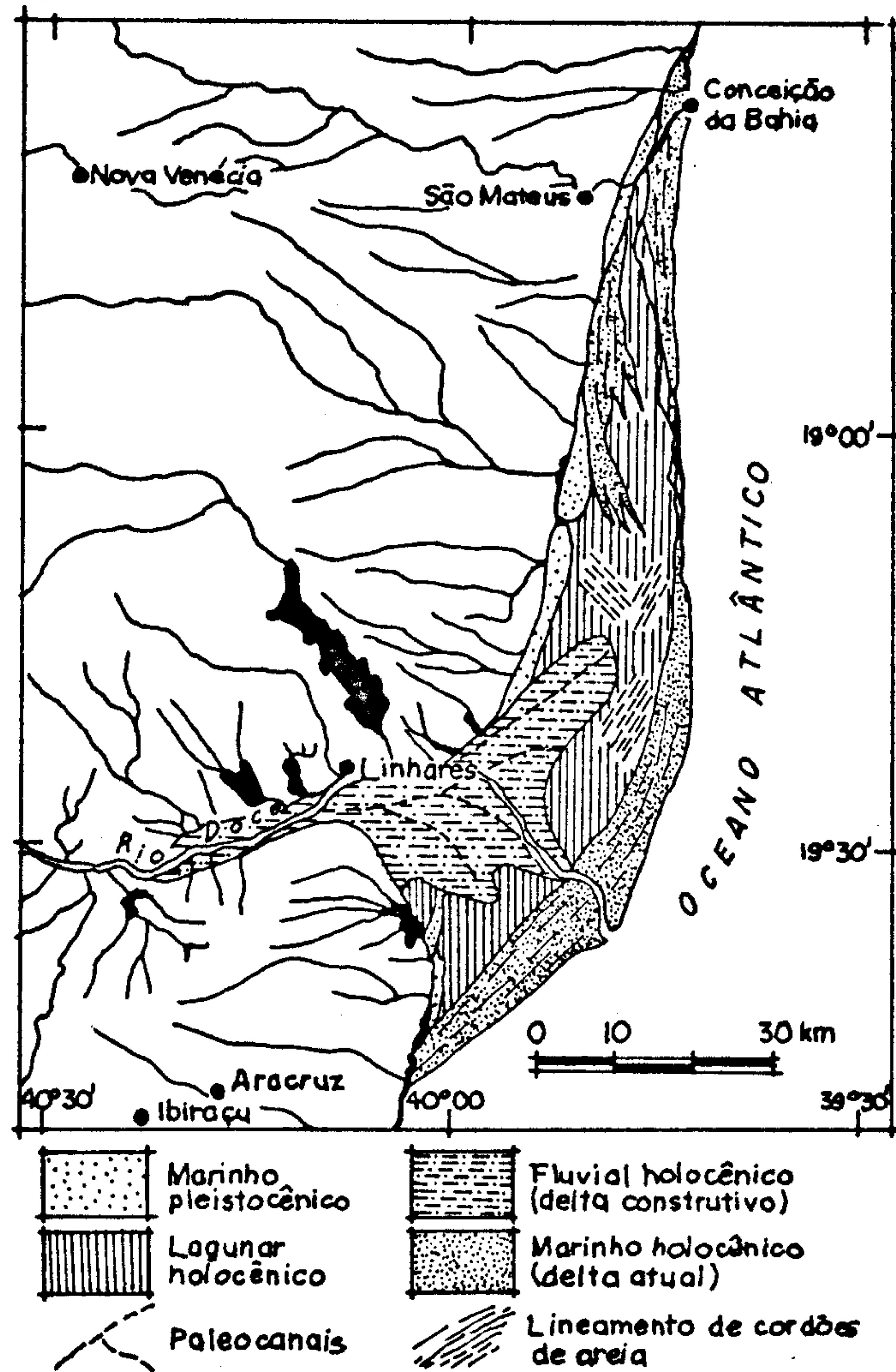


Fig. 2 - Complexo Deltaico do Rio Doce-ES (Segundo Suguio 1982)

nais e paleocanais fluviais, diques, paleolagunas, pântanos e lagos.

Grande parte (\pm 40%) da planície, acha-se ocupada presentemente por pântanos de água doce, nos quais ocorrem uma camada de turfa de cerca de 0,5 m de espessura, e sob estas, jazem argilas presumivelmente lagunares.

Os depósitos arenosos da frente deltaica, estendem-se até os sedimentos prodeltaicos: estes, são granulometricamente finos. Conservam muitas conchas de bivalves e de gastrópodes marinhos.

As areias dos cordões litorâneos apresentam-se misturadas a sedimentos fluviais (grãos angulosos e subangulosos), e sedimentos carbonáticos.

Em Itaúnas, a área dos cordões apresentam no seu reverso, dunas vivas em deslocamento. Estas dunas vivas, são hoje conhecidas, devido terem soterrado, recentemente, a cidade de Itaúnas. Suas areias são de granulometria bastante fina.

Geomorficamente, este trecho apresenta área de cordões Holocenicos, tendo no seu reverso, pântanos ou lagunas. A área apresenta também, grande quantidade de dunas vivas. (FIG. 2 e 3).

Nesta faixa, a única amostra recolhida, na berma de tempestade apresentou granulometria grossa, esfericidade dentro dos padrões e grau de arredondamento bastante baixo. (vide TAB I)

7.2 - FAIXA LITORÂNEA B - MUCURI (BA) À SALVADOR (BA)

Este trecho apresenta no seu extremo norte, próximo à cidade de Salvador, um litoral articulado com enseadas e pequenas baías, em torno do qual as baixadas litorâneas são desenvolvidas, apresentando nas áreas onde ocorrem depósitos arenosos, material mal selecionado, fino e com sedimentos fluviais. Após esta área, caminhando no sentido sul, o litoral tem um comportamen

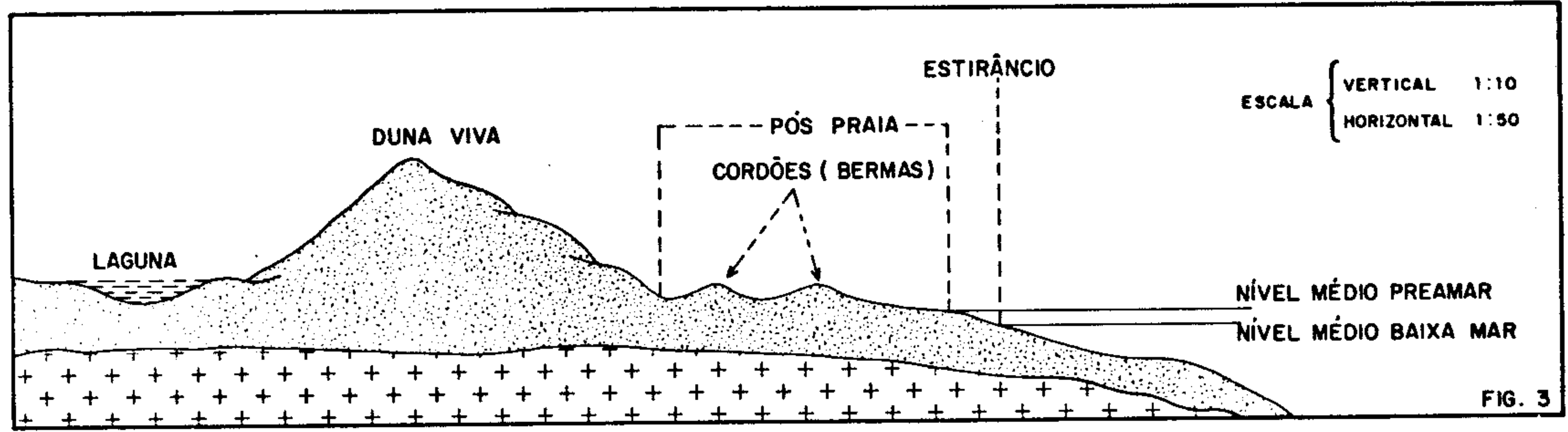


TABELA I

FAIXA LITORÂNEA A - FOZ DO RIO DOCE (ES) À MUCURI (BA) (Amostra representativa)

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA % | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|-----------------|------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 01 | 70,52 | 5,35 | 26,37 | 0,84 | 0,37 |

Observação:

Peneiras:

A - máximo 0,1%

C+D - mínimo 90%

F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70

Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS



to homogêneo, onde a Formação Barreiras, talhada em falésias, os tenta taludes escarpados, voltados para o mar e, em cujos sopés desenvolvem-se plataformas de abrasão e grutas de ressaca. Ocor rem interrupções, onde esses tabuleiros terciários recuam, aparecendo bolsões arenosos, como a área de Ilhéus, foz do rio Jequitinhonha e a área entre Mucuri e Prado, sendo encontrados também depósitos arenosos sobre os tabuleiros, os quais foram observa dos e coletadas amostras. Os depósitos existentes entre Mucuri e Prado, não apresentaram condições para recolhimento de amostras, devido ^vserem os sedimentos de praia, mal selecionados, mis turados a sedimentos carbonáticos e contendo um percentual eleva do de minerais pesados. Nesta área, foram observados depósitos arenosos afastados do litoral, cujas ocorrências se dão em áreas da Formação Barreiras. Estes depósitos, se desenvolveram sobre área contendo substrato argiloso gleizado, o que demonstra serem estas unidades, inundadas periodicamente. O ambiente de ocorrên cia destes depósitos é conhecido regionalmente por mussununga. So bre a Formação Barreiras, foram encontrados também outros depósi tos arenosos, diferentes dos que ocorrem no ambiente de mussunun ga, por apresentarem grandes espessuras (Observação em corte to pográfico) e apresentarem cobertura de extrato arbóreo, enquanto os outros são cobertos por um extrato arbustivo. Estes depósi tos são pouco profundos, devido serem limitados por argila im permeável a uns 30 cm da superfície.

Os depósitos de Barra do Frade, Porto Seguro e Can vieiras, apresentaram sedimentos muito mal selecionados, grãos angulosos e alguns apresentaram-se misturados à matéria orgâni ca, como foi o caso dos depósitos de Barra do Frade e Ponta de Corumbaú.

As características geomórficas litorâneas desta área, são de falésias vivas e mortas com desenvolvimento de pós praia pouco expressivo, no caso das falésias vivas (FIG. 4 e 5).

As amostras representativas dessa faixa, demonstraram bem ser esta área, portadora de sedimentos arenosos mal selecio

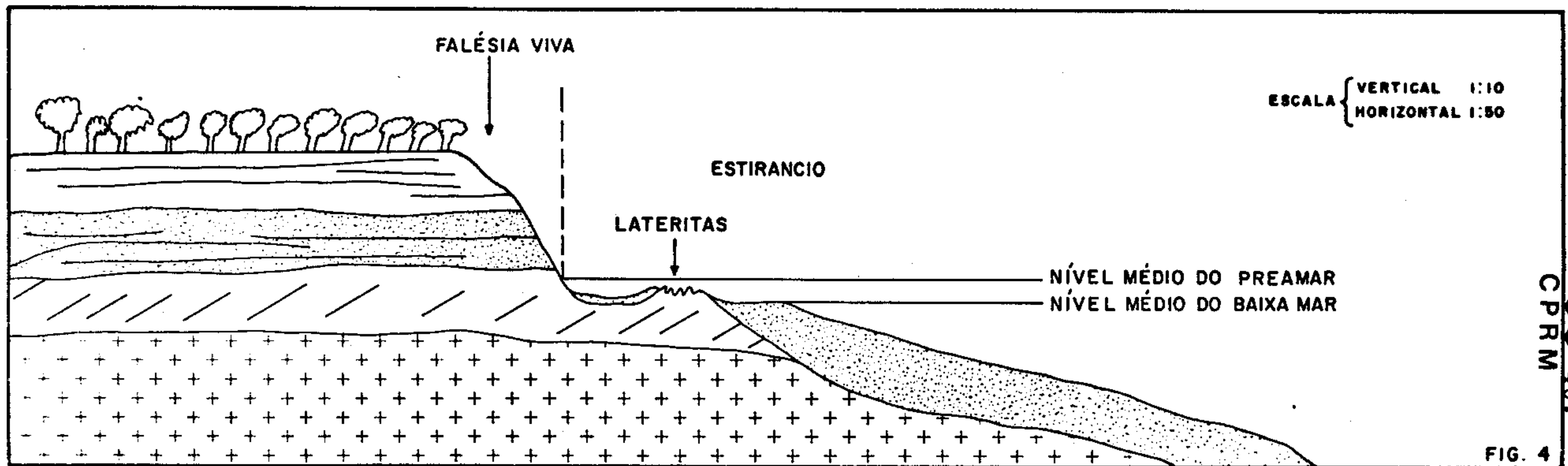
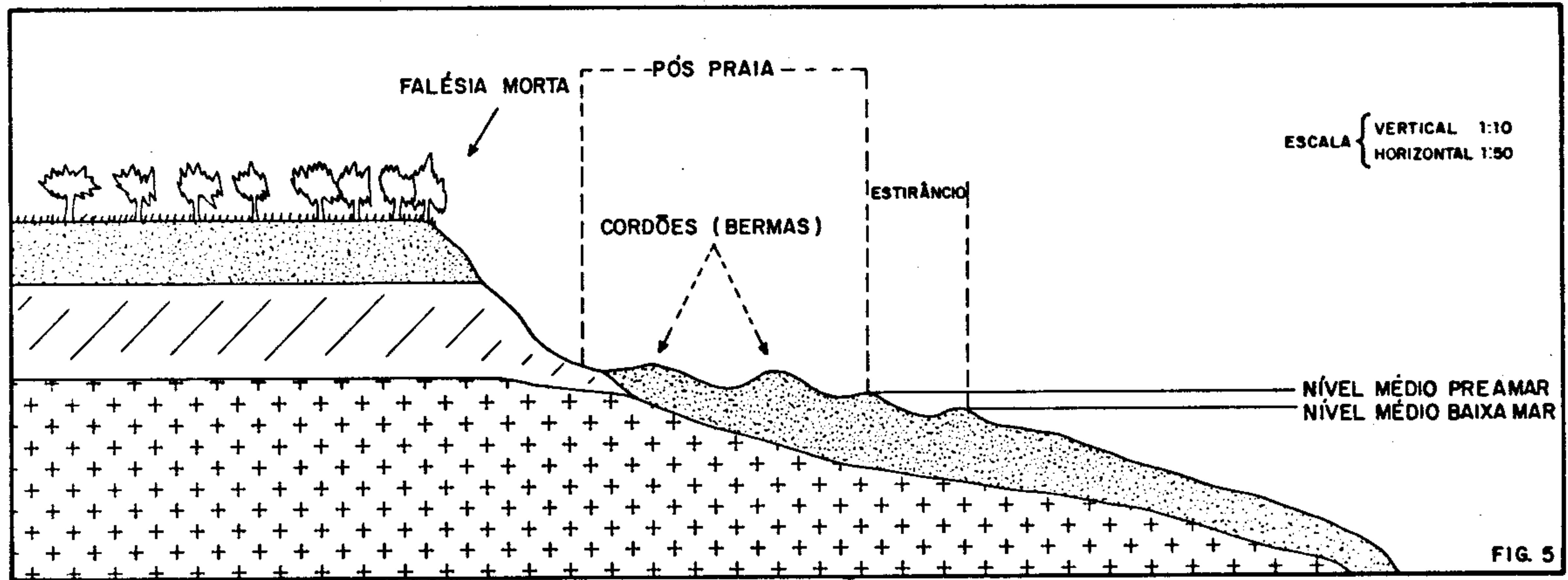


TABELA IIFAIXA LITORÂNEA B - MUCURI À SALVADOR (AMOSTRAS MAIS REPRESENTATIVAS)

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|---------------|-------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 02 | 32,98 | 19,20 | 26,37 | 0,84 | 0,37 |
| 03 | 57,68 | 14,35 | 2,13 | 0,73 | 0,31 |
| 04 | 0,01 | 0,98 | 92,73 | 0,82 | 0,24 |

Observação:

Peneiras:

A - máximo 0,1%

C+D - mínimo 90%

F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70

Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS

Tabela II

nados, com esfericidade dentro dos padrões exigidos, e de baixo grau de arredondamento, o que evidencia serem estes sedimentos compostos por material fluvial. (vide TAB.II).

7.3 - FAIXA LITORÂNEA C - SALVADOR (BA) À PONTAL DO CORURU RIPE (AL)

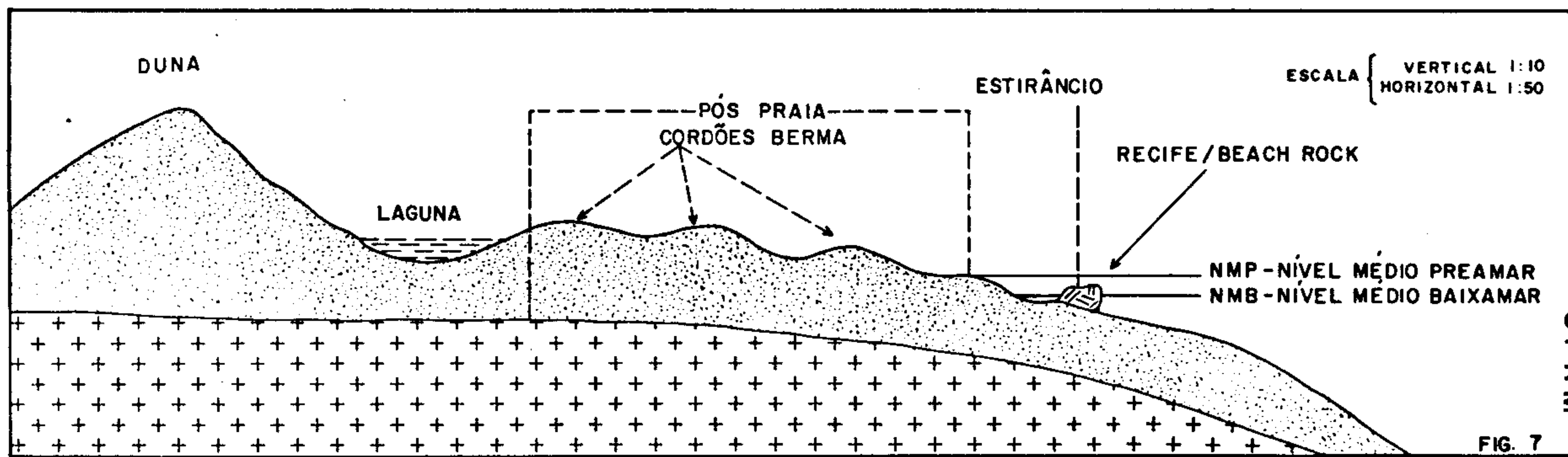
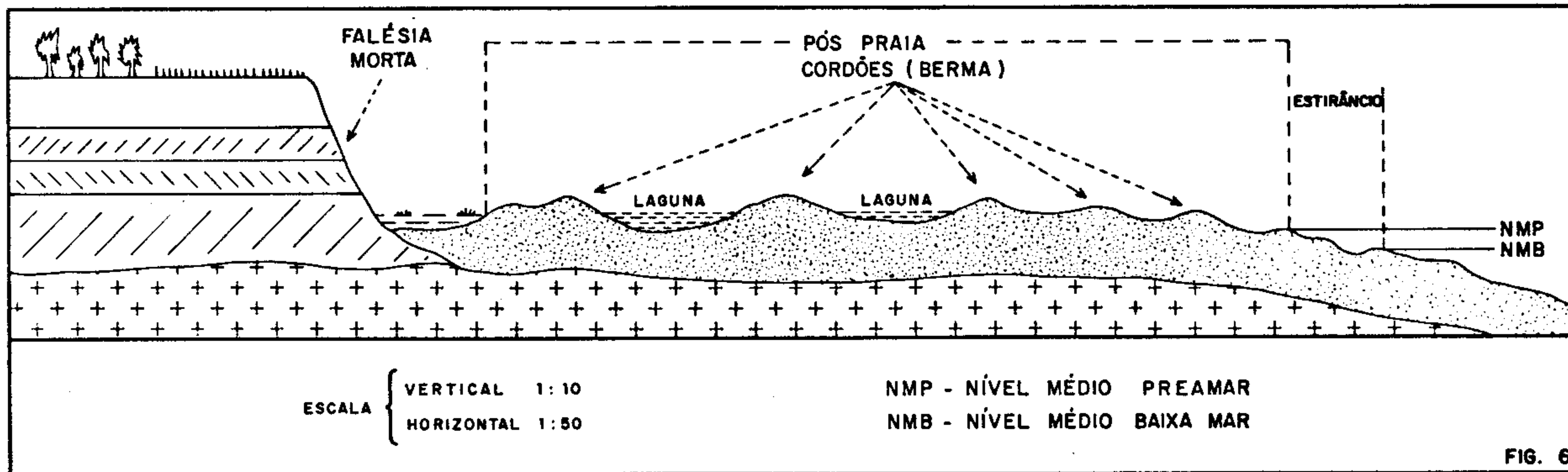
Neste trecho, a planície costeira ganha grande importância, apresentando área de pós-praia bem desenvolvida, e voltando as dunas a marcarem presença. No norte da área, seguindo em direção sul, a partir do Pontal do Coruripe (AL) até à praia de Abais (SE), é registrado uma faixa de depósitos arenosos finos.

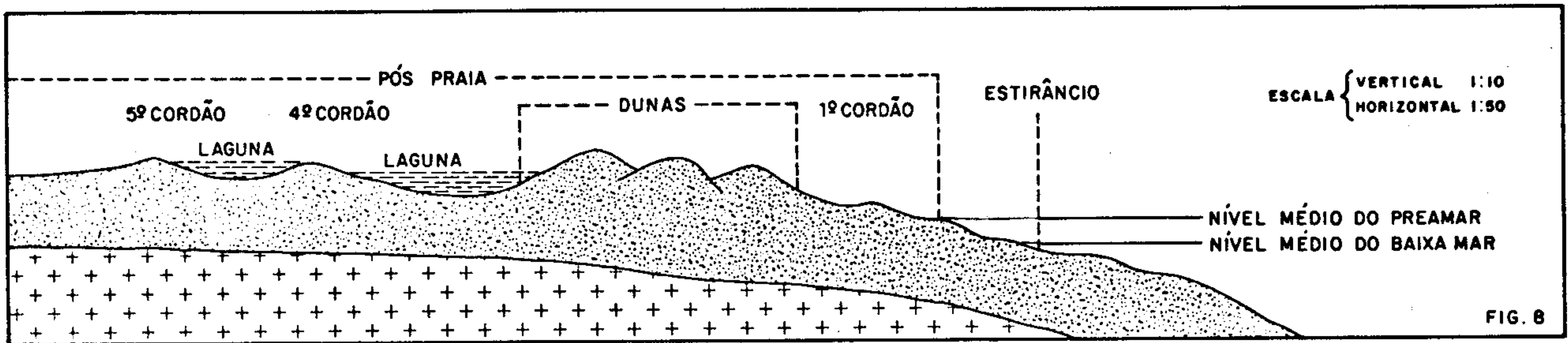
As feições geomórficas da região litorânea, neste trecho, apresentam áreas de tabuleiros próximos à linha de litoral, estreitando a planície costeira, e áreas onde esta mesma planície se alarga, contendo cordões e dunas; sendo que estas últimas, aparecem tanto no reverso das linhas de cordões, como também próximo ao primeiro cordão (berma de tempestade). (FIG. 6, 7 e 8).

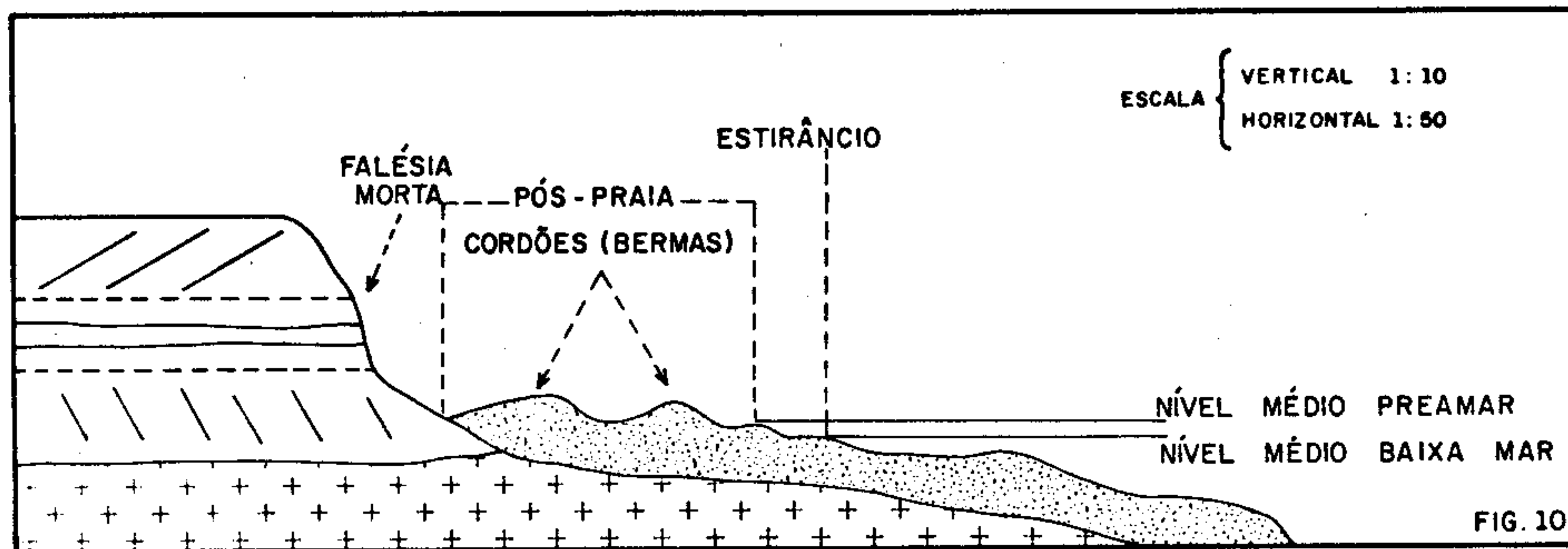
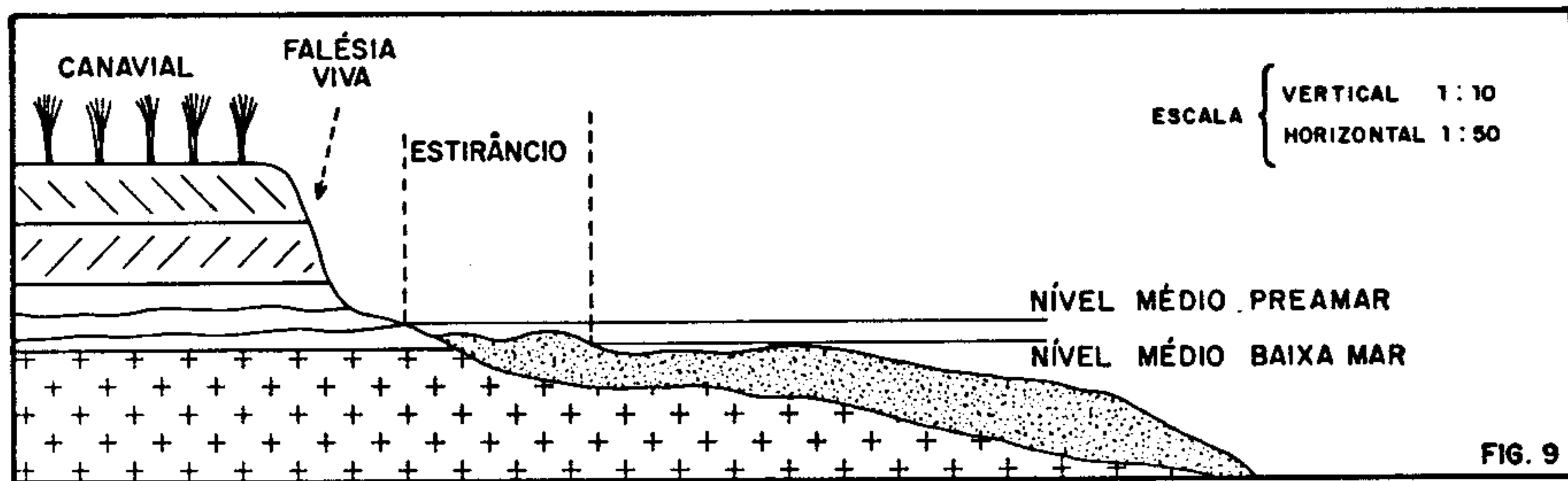
Neste trecho, os depósitos arenosos apresentaram-se melhores selecionados que os da faixa Mucuri (BA)/Salvador (BA), porém, com padrão de selecionamento mais baixo que o trecho de Tibau do Sul (RN)/Fortaleza (CE). Quanto ao grau de arredondamento, esta faixa apresentou as melhores respostas, fato que deve estar associado à existência, nesta área, de planícies litorâneas mais desenvolvidas. Quanto a esfericidade, as amostras apresentaram-se dentro do padrão exigido. (Vide TAB. III).

7.4 - FAIXA LITORÂNEA D, PONTAL DO CORURUPE (AL) À RECIFE (PE)

Nesta faixa do litoral oriental, as condições geomórficas apresentam planície costeira com a Formação Barreira limi







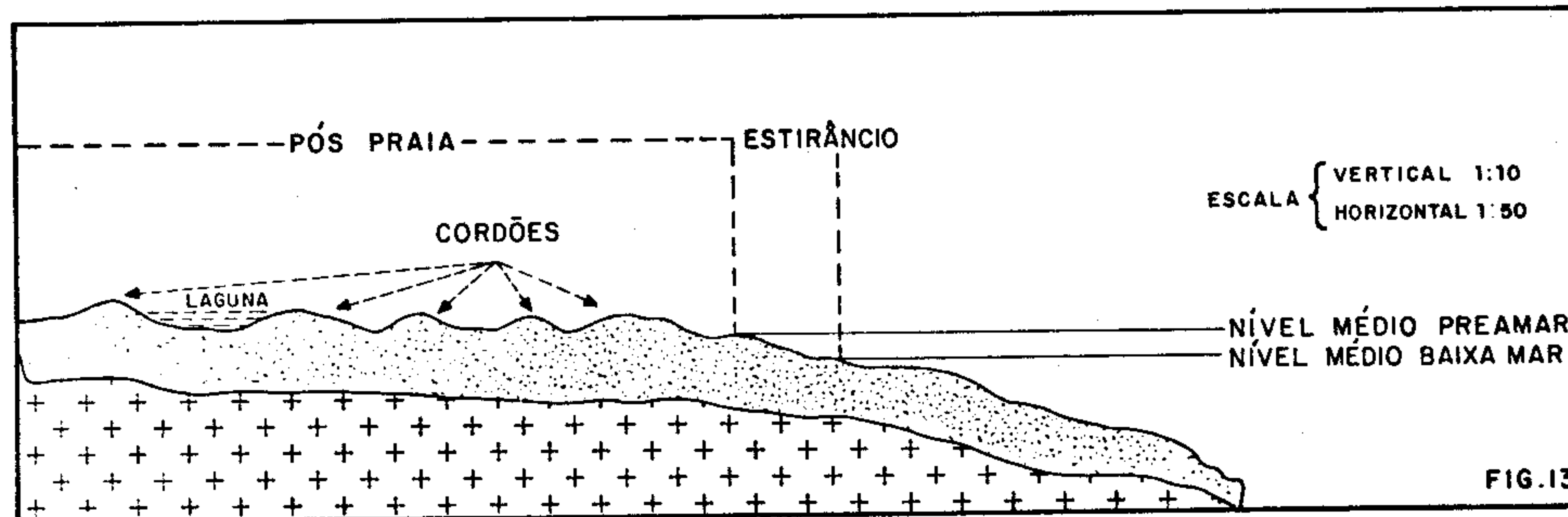
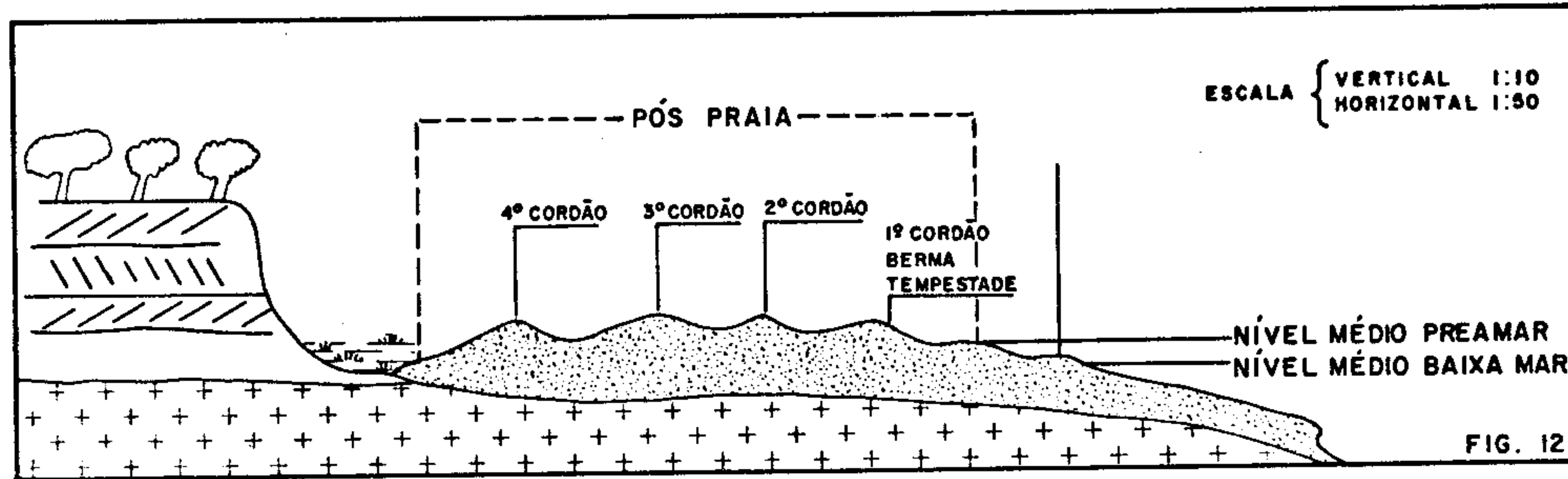
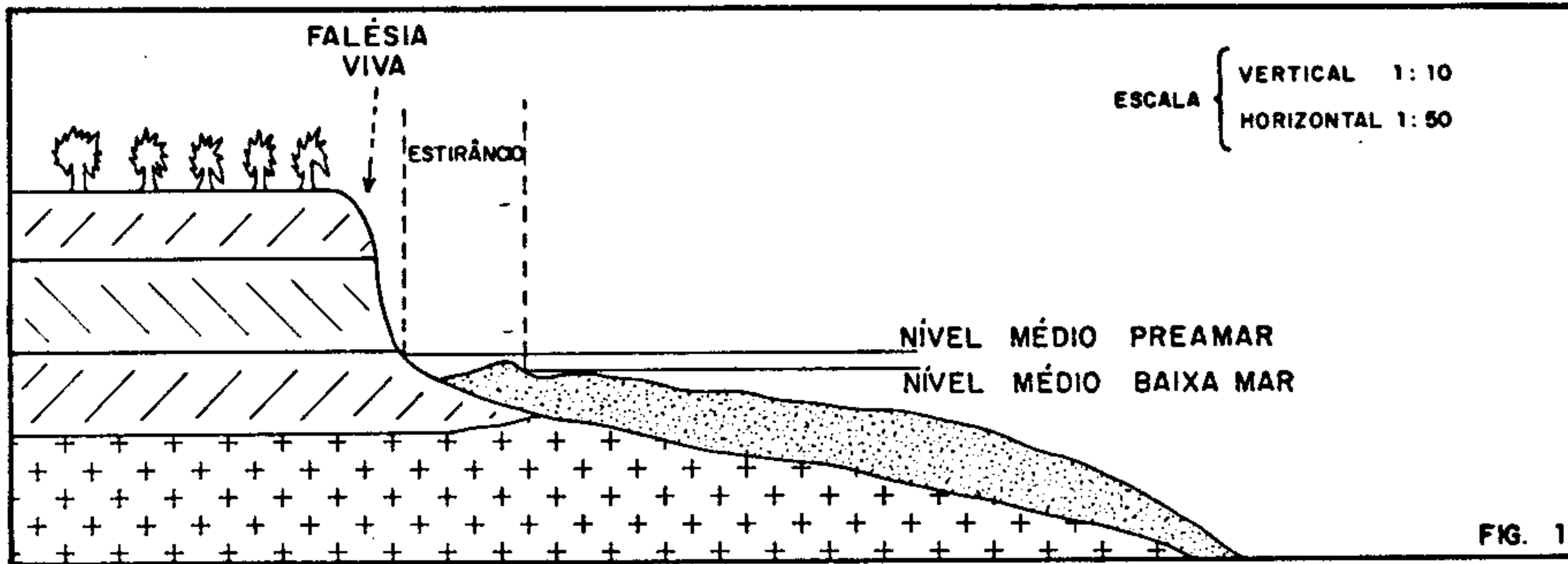


TABELA III

FAIXA LITORÂNEA C - SALVADOR À PONTAL DO CURURUPE

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA % | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|-----------------|-------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 06 | 0,19 | 62,08 | 18,25 | 0,72 | 0,51 |
| 08 | 19,75 | 71,71 | 4,48 | 0,73 | 0,48 |
| 10 | 1,47 | 62,90 | 10,01 | 0,76 | 0,54 |
| 11 | 1,96 | 64,12 | 8,63 | 0,72 | 0,32 |
| 13 | 0,43 | 77,75 | 5,31 | 0,70 | 0,60 |
| 17 | 0,16 | 65,74 | 17,27 | 0,80 | 0,60 |
| 18 | 1,56 | 62,63 | 13,32 | 0,70 | 0,70 |
| 19 | 1,11 | 69,27 | 1,76 | 0,70 | 0,70 |
| 21 | 1,86 | 63,88 | 9,08 | 0,80 | 0,55 |
| 28 | 0,01 | 63,41 | 21,13 | 0,66 | 0,70 |
| 31 | 0,35 | 60,48 | 18,77 | 0,79 | 0,62 |
| 32 | 0,04 | 74,34 | 11,37 | 0,79 | 0,54 |
| 39 | 0,61 | 63,68 | 10,58 | 0,60 | 0,55 |
| 49 | 0,11 | 64,43 | 17,02 | 0,70 | 0,55 |

Observação:

Peneiras:

A - máximo 0,1%

C+D - mínimo 90%

F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70

Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS





tando-a. Neste trecho, as falésias, formadas pela Formação Barreiras, chegam por vezes a eliminar a área do pós praia. (FIG. 9 e 10).

Esta área apresenta um selecionamento melhor dos depósitos arenosos, em relação ao do trecho Recife (PE)/Tibau do Sul (RN). O grau de esfericidade de uma forma geral, apresenta-se dentro do exigido, porém, o grau de arredondamento é baixo, o que é explicado pela grande influência de sedimentos fluviais, que esta faixa sofre (vide TAB. IV).

7.5 - FAIXA LITORÂNEA E, RECIFE (PE) À TIBAU DO SUL (RN)

Esta faixa abrange parte do litoral de Pernambuco, todo o litoral da Paraíba e a porção sul do litoral do Rio Grande do Norte, até Tibau do Sul.

As feições geomórficas deste litoral, se caracterizam por apresentarem, em pequenas áreas, falésias vivas, ou áreas bem desenvolvidas de pós praia, com os cordões bem desenvolvidos, lagunas e mangues entre os cordões (FIG. 11, 12, 13).

Este ambiente demarca, ao norte, a transição entre o clima árido e o úmido. Neste setor, ^{são} ~~é~~ ^{as} ~~sentido~~ modificações morfodinâmicas através do alargamento do pós praia, onde os cordões ganham importância ambiental, enquanto o manto dunar perde sua expressão.

Analisando-se os dados laboratoriais, verifica-se que as feições arenosas deste setor, apresentaram padrão de seleção regular, grau de esfericidade com valores próximo ao exigido, enquanto em termos de arredondamento, os resultados foram baixos (vide TAB. V).

7.6 - FAIXA LITORÂNEA F, TIBAU DO SUL (RN) À FORTALEZA (CE)

Esta faixa se localiza no trecho final do litoral setentrional e o início do litoral oriental. Neste setor, é que

TABELA IV

FAIXA LITORÂNEA D - PONTAL DO CORURIFE (AL) À RECIFE (Amostras mais representativas)

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA % | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|-----------------|-------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 32 | 0,04 | 74,34 | 11,31 | 0,79 | 0,54 |
| 31 | 0,35 | 60,48 | 18,77 | 0,79 | 0,62 |
| 39 | 0,61 | 63,68 | 10,58 | 0,60 | 0,55 |
| 49 | 0,11 | 64,43 | 17,02 | 0,70 | 0,55 |
| 51 | 0,54 | 71,75 | 11,45 | 0,69 | 0,31 |
| 55 | 0,30 | 70,93 | 12,55 | 0,80 | 0,25 |
| 56 | 1,39 | 60,77 | 6,22 | 0,70 | 0,33 |
| 57 | 0,48 | 73,18 | 6,79 | 0,80 | 0,25 |
| 58 | 0,88 | 61,09 | 13,80 | 0,75 | 0,28 |
| 60 | 0,29 | 62,00 | 14,89 | 0,80 | 0,35 |
| 69 | 2,09 | 63,86 | 3,99 | 0,82 | 0,35 |
| 79 | 0,01 | 77,68 | 5,79 | 0,60 | 0,53 |
| 81 | 0,03 | 70,39 | 6,20 | 0,82 | 0,35 |

Observação:

Peneiras: A - máximo 0,1%
 C+D - mínimo 90%
 F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70
 Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS



TABELA V

FAIXA LITORÂNEA E - RECIFE (PE) À TIBAU DO SUL (RN)
(Amostras mais representativas)

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA % | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|-----------------|-------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 86 | 8,3 | 61,57 | 10,79 | 0,76 | 0,22 |
| 87 | 1,74 | 62,65 | 10,31 | 0,69 | 0,31 |
| 88 | 0,77 | 65,26 | 10,37 | 0,69 | 0,34 |
| 93 | 0,48 | 69,18 | 11,28 | 0,73 | 0,22 |

Observação:

Peneiras:

A - máximo 0,1%

C+D - mínimo 90%

F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70

Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS



vão aparecer os maiores depósitos arenosos, principalmente entre Fortaleza (CE) e Touros (RN), diferenciando-se das demais áreas, pela sua característica climática árida. É nesta área também, que aparecerão os depósitos de maior teor quartzoso e de boa seleção, o que a coloca como a de melhor resposta ao padrão arenoso, cujas características é a razão deste levantamento.

O comportamento geomórfico desta área, está associado à presença de falésias vivas e mortas, dunas vivas, semifixas e edafizadas e pós praia (cordões arenosos) de pouca expressão. (FIG. 14 e 15).

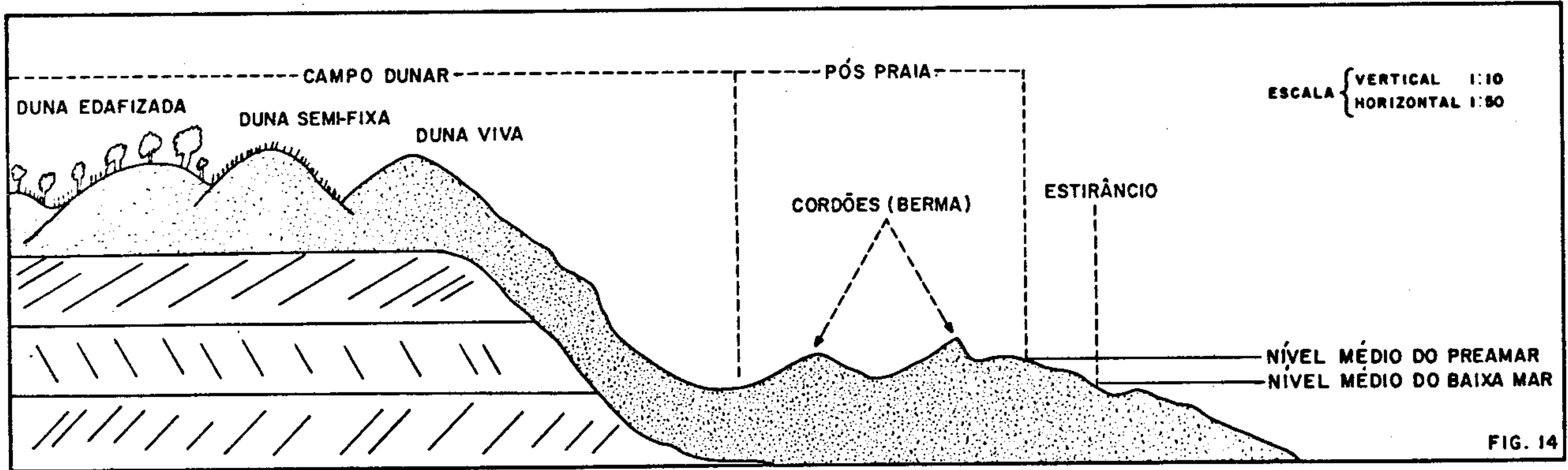
Neste ambiente, as dunas vivas sobressaem devido a terem sido nelas encontrado, dentro do padrão granulométrico exigido, o melhor selecionamento. Porém, quanto às características de esfericidade e arredondamento, apresentaram-se abaixo do exigido. (vide TAB. VI). Na área do pós praia, o 2º cordão da praia de Aquiraz (CE), apresentou condições semelhantes às das dunas vivas, salientando aqui que o material deste ambiente dunar é proveniente da área de pós praia, ou do estirâncio, quando exposto durante a baixa mar.

8.0 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A conclusão^o que se chega, após análise dos dados de campo e laboratoriais, é que dentre a faixa do litoral levantado (Foz do Rio Doce (ES) à cidade de Fortaleza (CE)), três setores se destacam por suas condições granulométricas, padrão de seleção, esfericidade e arredondamento, somado ao fato de serem as áreas de maior disponibilidade de material arenoso.

As três faixas mencionadas são: Tibau do Sul (RN)/Fortaleza (CE); Pontal do Coruripe (AL)/Recife (PE) e Salvador (BA)/Pontal do Coruripe (AL).

Dentre os três, destaca-se a faixa entre Tibau do Sul/Fortaleza, pois, além de ser a área de maior disponibilidade arenosa, possui melhor padrão de seleção, apesar de apresen



FALÉSIA MORTA COBERTA PELO MANTO DUNAR

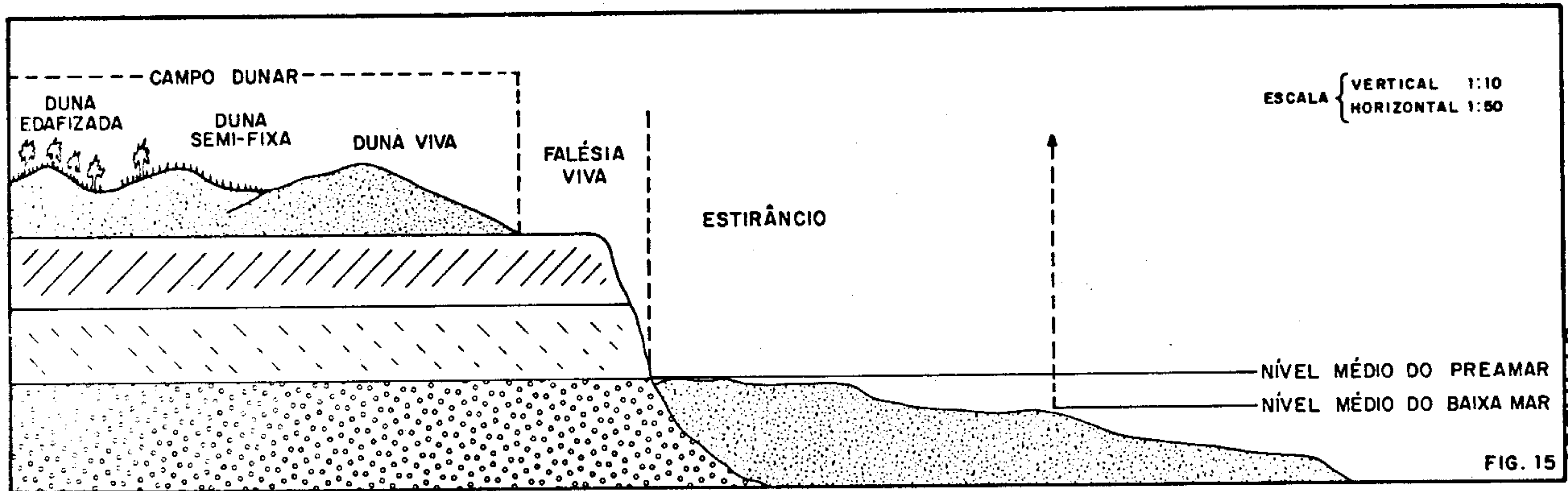


FIG. 15

CPRM 21



TABELA VI
FAIXA LITORÂNEA F - TIBAU DO SUL (RN) A FORTALEZA (CE)

(amostras mais representativas)

| Nº AMOSTRA | GRANULOMETRIA % | | | ESFERICIDADE | ARREDONDAMENTO |
|------------|-----------------|-------|-------|--------------|----------------|
| | A | C+D | F | | |
| 122 | 0,23 | 81,74 | 8,99 | 0,60 | 0,53 |
| 128 | 0,03 | 81,71 | 7,48 | 0,54 | 0,50 |
| 129 | 2,17 | 67,04 | 3,72 | 0,60 | 0,60 |
| 133 | 0,19 | 72,07 | 7,71 | 0,66 | 0,57 |
| 134 | 0,23 | 84,93 | 3,71 | 0,60 | 0,56 |
| 137 | 0,12 | 74,26 | 9,25 | 0,63 | 0,54 |
| 138 | 0,11 | 64,04 | 22,34 | 0,70 | 0,60 |
| 139 | 0,04 | 74,51 | 8,73 | 0,70 | 0,53 |
| 141 | 1,03 | 71,14 | 5,88 | 0,64 | 0,60 |
| 142 | 0,12 | 86,44 | 5,53 | 0,60 | 0,60 |
| 144 | 0,02 | 74,02 | 2,74 | 0,70 | 0,50 |
| 145 | 0,55 | 60,64 | 20,09 | 0,70 | 0,53 |
| 147 | 2,48 | 63,98 | 8,07 | 0,63 | 0,56 |
| 148 | 0,01 | 75,19 | 9,80 | 0,60 | 0,63 |
| 157 | 0,31 | 62,26 | 5,98 | 0,70 | 0,56 |
| 152 | 2,35 | 66,34 | 3,04 | 0,60 | 0,56 |
| 154 | 0,90 | 79,50 | 2,27 | 0,70 | 0,60 |
| 156 | 1,27 | 74,32 | 5,29 | 0,65 | 0,60 |

Observação: Peneiras: A - máximo 0,1%
 C+D - mínimo 90%
 F - máximo 1,0%

Grau de esfericidade e arredondamento - mínimo 0,70
 Veja ANEXO 1 - Norma 1919a /JAN/84 - PETROBRÁS



C P R M54.

tar grau de esfericidade e arredondamento abaixo de 0,70 (vide TAB. VI).

As outras duas, Pontal do Coruripe/Recife e Salvador/Pontal do Coruripe, são bastante semelhantes em termos de seleção e esfericidade porém quanto ao arredondamento, é que a faixa Salvador/Pontal do Coruripe, apresenta uma ligeira diferença, pois, nela é que ocorrem as únicas amostras dentro do grau de arredondamento exigido (AMOSTRA ¹⁸19 e ¹⁹20). Esta faixa, também apresenta maiores disponibilidades de material arenoso que o de Pontal do Coruripe/Recife. (vide TAB. III e IV)

Apesar de não ter sido encontrado nenhum depósito dentro das especificações exigidas, tanto em termos granulométricos (padrão de seleção), quanto ^{av}esfericidade e arredondamento, o levantamento mostrou que as possibilidades de ocorrência destes depósitos, estão relacionadas com a diferença ambiental entre o litoral setentrional e o litoral oriental, pois, as chances de existência do material procurado, inicia-se em Salvador (BA) para norte, e, é a partir de Tibau do Sul (RN), que uma unidade geomórfica confirma possibilidades bem próximas ao padrão de seleção desejado. Este fato, está relacionado ao surgimento de condições mais áridas, o que provoca diminuição da influência fluvial, somado à ação dos ventos alísios de NE e às oscilações das marés, que determinam o deslocamento das areias para W, formando cordões, bancos arenosos e dunas.

A conclusão que se chega é que, o litoral setentrional reúne as maiores oportunidades de ocorrência de depósitos arenosos, com as características procuradas e, recomenda-se a continuidade deste levantamento até à cidade de São Luiz (MA), pois, é entre as cidades de Fortaleza (CE) e São Luiz (MA), que se situam as maiores disponibilidades de material arenoso do litoral brasileiro.

9.0 - BIBLIOGRAFIA

- KING, LESTER C., - A Geomorfologia do Brasil/Oriental. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro 18(3): 147-265, abr/jun 1956.
- SUGUIO, K,L.MARTIN e J.M.L. DOMINGUEZ, 1982-"Evolução da Planície Costeira do Rio Doce (ES) durante o quaternário: influência das flutuações do Nível do Mar". 4º Simpósio Quatern. Brasil, Rio de Janeiro, At., p.93-116.
- MUEHE , D. e SUCHAROV E.C. - Considerações sobre o transporte de Sedimentos na Plataforma Continental nas proximidades das Ilhas de Marica, RJ. Revista Brasileira de Geociências 11(4): 238-246 - Dez - 1981 - SP.
- MUEHE , D. e ALBUQUERQUE, G. - Sedimentologia da Lagoa de Itaípu RJ. Bibliograph 1975-1978 - Komazana University; D.P. of Geography - nº 16, pp. 67-148. 1980 - JAPAN.
- RUELLAN, FRANCIS - Aspectos Geomorfológicos do Litoral Brasileiro no trecho compreendido entre Santos e o Rio Doce Bol. da Ass. dos Geógrafos Bras. - Nº 4, Nov/1944-SP.
- TRICART e SILVA, TEREZA CARDOSO DA. - Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Fundação para o desenvolvimento da ciência na Bahia. Imprensa oficial da Bahia, 1969. 210 p.
- LACERDA L, D. de; ARAUJO D.S.D. DE; CERQUEIRA R. - Restingas:Origens, estruturas, processos. CEUFF, Niterói-1984 p. 75 a 80.