

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SEDIMENTOS DE SUPERFÍCIE DE  
FUNDO DA BAÍA DA ILHA GRANDE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Volume I  
TEXTO**

**Michel Michaelovitch de Mahiques**

**Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico  
da Universidade de São Paulo, para a obtenção  
do Título de Mestre em Oceanografia Física**

**Orientador: Dr. Valdenir Veronese Furtado**

**SÃO PAULO  
1987**

# SUMARIO

## VOLUME I

### TEXTO

AGRADECIMENTOS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. Introdução.....	1
1.1. Contexto Histórico.....	1
1.2. Objetivo e Area de Estudo.....	4
1.3. Variações do Nível do Mar, Distribuição e Dispersão de Sedimentos nas Plataformas Continentais.....	4
II. A Baía da Ilha Grande no Contexto Geológico-Geomorfológico do Litoral Sudeste do Brasil.....	10
II.1. Evolução Geológica Regional.....	10
II.1.1. Unidades Litológicas das Areas Emersas Adjacentes à Baía da Ilha Grande.....	11
II.2. Fisiografia.....	14
II.2.1. Batimetria.....	16
II.2.2. Ação de Marés e a Formação de Depressões Isoladas em Regiões Costeiras do Sudeste do Brasil.....	17
III. Hidrodinâmica.....	19
III.1. Considerações Iniciais.....	19
III.2. Conhecimento Prévio.....	20
III.3. Estação Fixa de Correntometria.....	21
IV. Caracterização Sedimentológica.....	23
IV.1. Amostragem.....	23
IV.2. Análise das Amostras.....	23
IV.2.1. Análises Texturais.....	24

IV.2.1.1. Análise Granulométrica.....	24
IV.2.1.1.a. Distribuição de Classes Modais.....	26
IV.2.1.1.b. Classificação Textural dos Sedimentos Segundo Shepard (1954).....	29
IV.2.1.1.c. Distribuição da Fração Argila.....	30
IV.2.1.1.d. Distribuição da Fração Areia e Grânulo.....	32
IV.2.1.1.e. Classificação Segundo os Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (1957).....	34
IV.2.1.1.e.1. Diâmetro Médio.....	34
IV.2.1.1.e.2. Grau de Seleção.....	36
IV.2.1.1.f. Análise dos Componentes Principais.....	37
IV.2.1.2. Análise Morfométrica e de Textura Superficial de Grãos de Quartzo.....	42
IV.2.2. Análise Composicional.....	46
IV.2.2.1. Análise do Teor de Carboneto Biodestrítico.....	46
IV.2.2.2. Análise de Conteúdo em Matéria Orgânica.....	47
IV.2.2.3. Análise dos Constituintes na Fração Grosseira (0.500mm).....	50
IV.2.2.4. Identificação de Assembléias de Minerais Pesados.	52
V. Conclusões.....	56
V.1. Características Fisiográficas e Sedimentológicas dos Sedimentos de Fundo da Baía da Ilha Grande.....	56
V.2. Evolução Sedimentar da Baía da Ilha Grande nos Últimos 18.000 Anos.....	58
V.3. Dinâmica de Fundo e Sedimentação Atual.....	61
VI. Referências Bibliográficas.....	64

## VOLUME II

## ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	1
Figura 2.	Variações relativas do nível médio do mar nos últimos 7000 anos na Baía da Ilha Grande (segundo Suguio & Martin, 1981).....	2
Figura 3.	Possível evolução tectono-magmática da borda continental da Bacia de Santos (segundo Almeida, 1976).....	3
Figura 4.	Formações quaternárias do litoral paulista e sul fluminense (segundo Suguio & Martin, 1978)..	4
Figura 5.	Principais unidades litológicas das áreas emersas adjacentes à Baía da Ilha Grande.....	5
Figura 6.	Compartimentação fisiográfica da Baía da Ilha Grande.....	6
Figura 7.	Mapa batimétrico da Baía da Ilha Grande.....	7
Figura 8.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Oeste da Baía da Ilha Grande....	8
Figura 9.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central da Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Oeste.....	9
Figura 10.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central de Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Leste.....	10
Figura 11.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Leste da Baía da Ilha Grande....	11
Figura 12.	Aporte de energia para a plataforma continental (segundo Swift et al., 1971).....	12

Figura 13.	Localização da estação fixa de correntometria....	13
TABELA I.	Resumo dos dados obtidos na estação fixa de correntometria.....	14
Figura 14.	Distribuição dos sentidos das correntes de superfície.....	15
Figura 15.	Distribuição dos sentidos das correntes de fundo.....	16
Figura 16.	Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidade crítica de transporte de sedimentos (segundo Open University, 1978).....	17
Figura 17.	Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidades críticas de erosão, transporte e deposição de sedimentos (segundo Postma, 1967, apud Suguio, 1980).....	17
TABELA II.	Posição das estações de coleta de sedimentos de superfície de fundo.....	18
Figura 18.	Localização das estações de coleta de sedimentos de superfície de fundo.....	21
TABELA III.	Frequências de classes texturais.....	22
TABELA IV.	Classificação de Shepard (1954).....	25
TABELA V.	Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) e Número de Classes Texturais.....	28
Figura 19.	Distribuição de classes modais.....	anexo
Figura 20.	Distribuição dos sedimentos segundo Shepard (1954).....	31
Figura 21.	Distribuição da fração argila.....	32

Figura 22.	Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração argila na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.....	33
Figura 23.	Distribuição da fração areia e grânulo.....	34
Figura 24.	Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração areia e grânulo na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.....	35
Figura 25.	Distribuição dos sedimentos segundo o diâmetro médio.....	36
Figura 26.	Distribuição dos sedimentos segundo o grau de seleção.....	37
TABELA VI.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 1o. conjunto de dados.....	38
TABELA VII.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 2o. conjunto de dados.....	39
TABELA VIII.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 3o. conjunto de dados.....	40
Figura 27.	Distribuição das amostras segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 11 variáveis.....	41
Figura 28.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 11 variáveis).....	42

Figura 29.	Distribuição das amostras segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 8 variáveis.....	43
Figura 30.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 8 variáveis).....	44
Figura 31.	Distribuição das amostras, segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 18 variáveis.....	45
Figura 32.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 18 variáveis).....	46
Figura 33.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,125 mm.....	47
Figura 34.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,062 mm.....	48
Figura 35.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,125 mm.....	49
Figura 36.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,062 mm.....	50
Figura 37.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,125 mm.....	51
Figura 38.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,062 mm.....	52
Figura 39.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,500 mm.....	53
Figura 40.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,500 mm.....	54

Figura 41.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,500 mm.....	54
TABELA IX.	Teor de carbonato biodetrítico.....	55
Figura 42.	Distribuição do teor de carbonato biodetrítico... ..	56
TABELA X.	Teor de matéria orgânica.....	57
TABELA XI.	Frequência relativa dos constituintes na fração 0,500 mm.....	58
TABELA XII.	% de minerais pesados na fração areia fina.....	59
TABELA XIII.	% de minerais pesados na fração areia muito fina.....	61



## RESUMO

O objetivo do presente trabalho consiste no estudo das características dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro, e sua correlação com os processos hidrodinâmicos atuais, bem como com a evolução sedimentar do litoral paulista e sul-fluminense a partir do máximo regressivo do Pleistoceno Superior.

A Baía da Ilha Grande consiste num corpo de água definido pela presença da Ilha Grande. Pode ser dividida em três unidades fisiográficas distintas, a saber: Porção Oeste, Porção Leste e Canal Central.

Para o presente estudo, foi coletado um total de 153 amostras de superfície de fundo e realizado um conjunto de análises sedimentológicas constituído por: análise granulométrica, análise morfométrica e de textura superficial, análise de conteúdo em carbonato biotrófico, análise de conteúdo em matéria orgânica, análise dos constituintes na fração grosseira e análise de assembléias de minerais pesados.

Os estudos realizados permitiram identificar quatro fácies sedimentares distintas, caracterizadas como: sedimentos relíquias da Porção Leste, sedimentos atuais do Canal Central e das áreas abrigadas, sedimentos transgressivos da Porção Oeste e sedimentos mistos resultantes da mistura de termos das fácies anteriores.

Finalmente, é feita uma proposta de evolução sedimentar da área a partir do máximo regressivo de 18.000 anos A.P. e estabelecidas considerações sobre a dinâmica de fundo da baía.

## ABSTRACT

The objective of the present work is to study the characteristics of the surface bottom sediments of Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro state, and their correlation with the modern hydrodynamic processes, as well as with the sedimentary evolution of the southeastern Brazilian coastal region, since the maximum regression of the Upper Pleistocene.

Ilha Grande Bay consists a water body defined by the presence of Ilha Grande island. It can be divided into three distinct physiographic units: the Western Portion, the Eastern Portion, and the Central Channel.

In this work, a total of 153 surface bottom samples were collected, and the sediments were analyzed for: grain size, morphometry and surface texture, carbonate content, organic matter content, coarse fraction constituents, and heavy mineral assemblages.

The studies allowed to identify four distinct sedimentary facies, characterized as: relict sediments of the Eastern Portion, modern sediments of the Central Channel and the confined areas, transgressive sediments of the Western Portion, and mixed sediments, resulting from the mixture of the previous facies.

Finally, we propose a model for the sedimentary evolution of the area since the maximum regressive of 18,000 years B.P. and considerate on the bottom dynamic of the bay.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SEDIMENTOS DE SUPERFÍCIE DE FUNDO DA BAIA DA ILHA GRANDE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO

### I. INTRODUÇÃO

#### I.1. CONTEXTO HISTÓRICO

Datam do início do século XX as primeiras tentativas de correlação entre a natureza dos sedimentos e os mecanismos de deposição associados. Udden (1914, *apud* Pettijohn, 1975) acreditava que o tamanho dos sedimentos clásticos era controlado pelos mecanismos hidrodinâmicos durante a deposição.

No decorrer do século diversos autores procuraram obter parâmetros, relacionados às características texturais dos sedimentos, que permitissem uma indicação segura dos mecanismos de deposição. Nesse aspecto podem ser citados, entre outros, os trabalhos de Wentworth (1922, *apud* Pettijohn, *op.cit.*), Shepard (1954), Folk & Ward (1957), Passega (1964) e Visher (1969).

No Brasil, até finais da década de 50, os trabalhos de sedimentologia em áreas costeiras limitavam-se à descrição das características texturais de sedimentos praias e de planícies costeiras (Bigarella, 1946, 1954).

A partir do início da década de 60, Kutner (1962, 1963) inicia trabalhos em sedimentos depositados em áreas submersas, correlacionando-os ao padrão hidrodinâmico atuante em regiões costeiras do estado de São Paulo.

Magliocca & Kutner (1965) afirmam que "as correntes agem sobre os sedimentos, selecionando-os em tipos bem diferenciados, de acordo com o equilíbrio atingido".

Essa linha de trabalho é sintetizada por Kutner (1976),

ao afirmar: "Os sedimentos depositados no fundo de uma área marítima ou estuarina constituem-se na resultante final de todas as forças, fatores e agentes ocorrentes".

Para o autor, o estudo desses sedimentos tem grande importância na identificação de feições hidrodinâmicas, possibilitando a definição do padrão de circulação local, estabelecendo a intensidade e sentido das correntes, reconhecendo áreas-fonte do material detrítico e avaliando a competência dos processos hidrodinâmicos atuantes na área.

A partir da década de 60, portanto, desenvolveram-se paralelamente no Brasil, trabalhos de sedimentologia em áreas costeiras relacionados a estudos sobre hidrodinâmica atual, e outros, cujo objetivo principal consistia apenas na caracterização de fácies texturais de fundo.

Nos trabalhos pioneiros de Kutner (1962, 1963) e Magliocca & Kutner (1965), os sedimentos são caracterizados texturalmente, segundo o diagrama triangular de Shepard (1954), e quimicamente, pelos conteúdos de carbonatos, carbono orgânico e de metais contidos ( $Fe_2O_3$  e  $Al_2O_3$ ).

A partir da década de 70, pesquisadores ligados ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo passam a realizar trabalhos de caracterização textural de sedimentos de fundo visando, através desse mapeamento, compreender os mecanismos hidrodinâmicos atuais, em especial nas áreas de Sepetiba (RJ) e Santos (SP), como subsídio à elaboração de projetos de instalação e melhoria de portos (Ponçano & Fúlfaro, 1976, Fúlfaro & Ponçano, 1976, Ponçano et al., 1976). Nesses

trabalhos foi dada maior ênfase à aplicação dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), na interpretação da distribuição textural dos sedimentos. Posteriormente, um dos autores (Ponçano, 1985) realiza revisão sobre os trabalhos de sedimentação aplicada a portos no Brasil, estabelecendo, como linha comum, a caracterização de feições morfológicas, "de modo, basicamente, a caracterizar a velocidade de mudança das feições, bem como a constituição de seus materiais".

Em fins da década de 70 e começo de 80, pesquisadores ligados ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo realizam levantamentos sedimentológicos em regiões costeiras do estado de São Paulo.

Furtado (1978), associa levantamentos hidrodinâmicos à distribuição de sedimentos de fundo no Canal de São Sebastião, buscando correlação entre ambos e a obtenção de um padrão geral de circulação da área. Tessler (1982), realiza estudos na mesma linha de atuação, na região do complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape e procura caracterizar o ambiente dentro de um modelo evolutivo quaternário. Eichler (1982) realiza estudo comparativo com o de Magliocca & Kutner (*op.cit.*), na Enseada do Flamengo, na tentativa de estabelecer um modelo de evolução histórica para a área.

Esses autores propõem a caracterização textural dos sedimentos de fundo, tanto pela utilização do diagrama triangular de Shepard (*op.cit.*) quanto dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (*op.cit.*) "por entender-se que eles podem se complementar, elucidando melhor o mecanismo de deposição" (Furtado, *op.cit.*). Esses pesquisadores têm, ainda, analisado sedimentos de fundo da

plataforma continental paulista, visando a caracterização, em grande escala do padrão de circulação da região (Coimbra et al., 1980, Furtado et al., 1985).

## 1.2. OBJETIVO E AREA DE ESTUDO

O objetivo do presente trabalho consiste no estudo de sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande (RJ), baseado na aplicação dos princípios metodológicos propostos por Kutner (1976). A Baía da Ilha Grande consiste em um corpo de água definido pela presença da Ilha Grande. Suas coordenadas limite são, aproximadamente  $22^{\circ}50'S$  -  $23^{\circ}20'S$  e  $44^{\circ}00'W$  -  $44^{\circ}45'W$  (Figura 1).

Nesse sentido pretendemos, a partir da caracterização da distribuição dos sedimentos de superfície de fundo, estabelecer sua relação com os processos hidrodinâmicos atuantes, obter informações a respeito da dinâmica de sedimentação atual e identificar as áreas-fonte de sedimentos detríticos. Pretendemos ainda, obter informações sobre a intensidade de trocas de material de fundo entre a Baía da Ilha Grande, Baía de Sepetiba e plataforma adjacente.

## 1.3. VARIACOES DO NIVEL DO MAR, DISTRIBUICAO E DISPERSAO DE SEDIMENTOS NAS PLATAFORMAS CONTINENTAIS

Segundo Ponçano (1985), a reconstituição de eventos geológicos, principalmente os relacionados ao último evento glácio-eustático de rebaixamento do nível do mar, e as oscilações marinhas pós-glaciais têm importância na compreensão dos

processos atuais em regiões costeiras.

Dados da costa brasileira indicam a existência de, pelo menos, quatro eventos principais de destaque nos processos de sedimentação do Quaternário superior (Kowsmann et al., 1977, Vicalvi et al., 1978, Suguio & Martin, 1981, Dominguez, 1983):

- 18.000 anos A.P., máximo regressivo do Pleistoceno Superior;
- 10.000 anos A.P., estabilização do nível do mar, evento este relacionado com importantes mudanças climáticas em todo o planeta;
- 5.100 anos A.P., o máximo da transgressão holocênica;
- 2.500 anos A.P., estabilização do nível do mar em valores próximos ao atual.

São bastante controversos os dados sobre a evolução do nível do mar a partir do máximo regressivo de 18.000 anos A.P.. No Brasil existem poucos dados precisos quanto à posição do nível do mar anterior a 7.000 anos. Algumas evidências, tais como a correlação de terraços de abrasão marinha com paleolinhas de costa (Kowsmann & Costa, 1979), não fornecem dados precisos, pois o comportamento das isóbatas sugere que os terraços atuais encontram-se cerca de 10 a 20 metros abaixo da linha de costa atual. Por analogia, os terraços citados por Kowsmann & Costa (op.cit.) poderiam corresponder a paleolinhas de costa em cotas superiores às postuladas pelos autores.

Poucas são as evidências biológicas que podem ser consideradas conclusivas na definição de paleolinhas de costa, Kowsmann et al. (1977) fornece dados baseados em datações de conchas de moluscos, sem indicações precisas sobre as características ecológicas dos animais. Por outro lado, os

dados brasileiros têm sido correlacionados à curva de variação do nível do mar de Milliman & Emery (1968), construída a partir de dados obtidos em área glaciada durante o evento Würm (Wisconsin).

Contra-pondo-se a esses dados, cabe-nos citar os resultados do Projeto CLIMAP (1976), que propõe um valor de 85 metros abaixo do nível atual, há 18.000 anos, obtido em região tropical. Esse valor concorda com dados do arquipélago japonês (área não glaciada) onde, nos terraços inferiores (-130 metros) foram encontrados ossos de mamíferos (proboscídeos) extintos há mais de 40.000 anos (K. Ohshima, informações oral).

Com relação ao evento de 10.000 anos A.P., existem pouquíssimas evidências datadas na costa brasileira, podendo ser mencionado o trabalho de Vicalvi *et al.* (*op.cit.*) na região de Abrolhos, que identificou ambiente lagunar na cota de -60 metros, datado em 10.600 anos A.P.. Esse evento, correspondente a uma fase de estabilização do nível do mar, marca também um aumento da velocidade de subida deste, a partir de aproximadamente 10.000 anos A.P. até o máximo da transgressão holocênica (5.100 anos A.P.).

Os dois últimos eventos são, comparativamente, bem delimitados e datados, de forma que podemos afirmar que existem, para o litoral brasileiro, curvas de variação do nível do mar para os últimos 7.000 anos relativamente precisas (Suguio & Martin, 1978, 1981), embora faltem evidências para determinadas regiões, tal como pode ser observado na Baía da Ilha Grande (Figura 2).

O evento de 5.100 anos representa o máximo da



transgressão holocênica e é responsável pela formação de terraços holocênicos, bem caracterizados nas costas de São Paulo e Bahia, bem como da maioria das feições sedimentares costeiras do litoral brasileiro.

O evento de 2.500 anos A.P. pode ser considerado o de maior importância no que diz respeito ao estabelecimento do padrão hidrodinâmico costeiro atual, pois corresponde à fase de estabilização do nível do mar em cotas próximas às atuais (Martin et al., 1984).

Esse conjunto de eventos acima descritos é o responsável pelo estabelecimento das feições sedimentares de maior importância na plataforma continental brasileira. Durante o evento regressivo a exposição de áreas previamente submersas rebaixou o nível de base e permitiu o estabelecimento de uma rede de drenagem e a construção de ambientes sedimentares, sejam fluviais, de planícies costeiras ou praias, na área da plataforma continental atual.

O fenômeno transgressivo holocênico (Transgressão Santos) afogou, gradualmente as superfícies previamente expostas (Dominguez, 1983). Em porções significativas da plataforma esse fenômeno foi acompanhado pelo retrabalhamento dos sedimentos regressivos e a construção de uma nova superfície deposicional. O máximo transgressivo (5.100 anos A.P.) possibilitou, também, a deposição de lamas na plataforma externa, em profundidades superiores às correspondentes à ação de ondas sobre o fundo (Kowsmann et al., 1977).

A partir de 2.500 anos A.P., com o estabelecimento do padrão de circulação atual e, devido à ausência de fontes

significativas de sedimentos terrígenos na plataforma sul e sudeste brasileira, podemos afirmar que os fenômenos de aporte de sedimentos modernos nesta região restringem-se a áreas muito próximas à costa, com predominância de sedimentos pelíticos em áreas semi-fechadas e próximas às desembocaduras de rios.

Os sedimentos de plataforma continental foram classificados por Emery (1952) em cinco categorias: autigênicos, orgânicos, residuais, detriticos (ou modernos) e relíquias. "Sedimentos relíquias são aqueles que não são modernos e que não estão em equilíbrio com o seu ambiente presente" (Curran, 1965 apud Swift et al., 1971).

Swift et al. (op.cit.) redefiniram a utilização do termo relíquia e introduziram o termo palimpsesto para sedimentos retrabalhados. McManus (1975) amplia a classificação para os sedimentos com base na natureza da área fonte e nas características dos sedimentos depositados, introduzindo os termos "neotérico" (depósito moderno, formado por partículas originadas de fonte atual), "protérico" (depósito moderno, formado por partículas originadas de fonte pretérita), e "anfotérico" (depósito moderno, consistindo de partículas fornecidas, tanto a partir de fonte atual, quanto de fonte pretérita).

Superfícies relíquias e palimpsestas têm sido identificadas ao longo da costa brasileira. Bittencourt et al. (1974) descrevem sedimentos grosseiros, quartzosos, relacionados a antigos depósitos fluviais do Quaternário na Baía de Aratu (BA). Martins et al. (1972) e Calliari & Abreu (1984) citam a

existência de sedimentos terrígenos grosseiros com fragmentos de rocha revestidos com óxido de ferro, caracterizados como relíquias e palimpsestos, na plataforma continental sul-riograndense.

Entretanto, o reconhecimento da existência de sedimentos relíquias na nossa costa traz à tona o problema da interpretação de padrões de dispersão de sedimentos. Como uma regra geral, sedimentos de superfície de fundo têm sido interpretados à luz de processos modernos de transporte e deposição.

Creager & Sternberg (1972) atentam para a necessidade de um mais profundo conhecimento da natureza e distribuição de sedimentos para a interpretação de ambientes modernos. Ou seja, sedimentos de plataforma não devem, necessariamente, ser interpretados como resultantes de processos modernos de transporte e deposição mas, eventualmente, do estabelecimento de um ambiente de fundo sobre sedimentos pretéritos, regressivos ou transgressivos.

Nos casos brasileiros, verifica-se que os estudos de sedimentos em áreas submersas têm, normalmente, interpretado variações texturais como respostas contemporâneas a diferentes intensidades de um mesmo processo dinâmico. Eventualmente essas variações texturais podem representar também variações temporais e portanto, processos dinâmicos e sedimentares não contemporâneos e diferenciados.

## II. A BAIJA DA ILHA GRANDE NO CONTEXTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO DO LITORAL SUDESTE DO BRASIL

### II.1. EVOLUÇÃO GEOLOGICA REGIONAL

A conformação atual da região costeira do sudeste brasileiro está ligada à reativação da Plataforma Brasileira a partir do Juro-Cretáceo, fenômeno este relacionado aos processos de separação dos continentes americano e africano e à formação do Oceano Atlântico (Almeida, 1967). Um sistema de falhas normais, geradas ao longo de linhas de fraqueza do Pré-Cambriano, orientadas segundo ENE, e flexuras, originadas a partir desta reativação, proporcionou condições para a formação da Bacia de Santos (Figura 3).

No Cretáceo Superior ocorre a elevação de uma proto-Serra do Mar, tendo esta assumido sua posição atual devido a fenômenos erosivos (Almeida, 1976).

Durante o Terciário, duas fases de atividade tectônica afetaram a região (Almeida, 1976, Asmus & Ferrari, 1978). O primeiro período, de idade oligocênica, foi responsável pela geração do sistema de falhamentos do graben do Paraíba do Sul, bem como pela formação do rift da Guanabara e uma importante movimentação de blocos de falhas na Serra do Mar. A última fase, pliocênica, caracterizou-se por elevação epirogenética generalizada. Esse período afetou a Serra do Mar e foi responsável pela instalação da Bacia de São Paulo e aumento da subsidência nas bacias de Rezende e Taubaté (Almeida, 1976).

Durante o Quaternário, fenômenos glácio eustáticos e isostáticos modificaram sensivelmente a configuração da região costeira. Suguio & Martin (1978), buscando uma caracterização

para o litoral paulista e sul-fluminense, dividem-no em cinco unidades, de sul para norte: Unidade de Cananéia-Iguape, Unidade de Itanhaém-Santos, Unidade de Bertioga-Ilha de São Sebastião, Unidade de Ilha de São Sebastião-Serra de Parati e Unidade Ilha Grande. A diferenciação dessas unidades baseia-se no quase total preenchimento por sedimentos quaternários na primeira e desenvolvimento incipiente dos depósitos quaternários na última, com gradação no volume e distribuição espacial desses depósitos de sul para norte (Figura 4). Essa diferença entre as porções sul e norte, gerando características fisiográficas de emersão e submersão relativas, cuja causa foi inicialmente atribuída à existência de uma flexura continental, parece estar relacionada a variações do campo geoidal (Martin *et al.*, 1985).

As variações do nível do mar no Quaternário levaram Sugio & Martin (*op.cit.*) a definir dois eventos transgressivos, com registro sedimentológico nas planícies costeiras do litoral paulista. O primeiro, denominado Transgressão Cananéia, com idade atribuída de 120.000 anos A.P., e o segundo evento, chamado Transgressão Santos, cujo máximo ocorreu há cerca de 5.100 anos A.P..

#### 11.1.1. UNIDADES LITOLÓGICAS DAS ÁREAS EMERSAS ADJACENTES À BAIJA DA ILHA GRANDE

Dentro do conjunto de grandes unidades geológicas do sudeste brasileiro, a região da Baía da Ilha Grande acha-se quase inteiramente ligada ao Complexo Costeiro, de idade suposta arqueana. Regionalmente, predominam metamorfitos de fácies

anfíbolito e granulito, que sofreram migmatização e granitização em vários graus e que têm, como tipos litológicos mais característicos, gnaisses e migmatitos, com intercalações de xistos, quartzitos, mármore e calcissilicáticas, ocorrendo ainda faixas e bolsões de material granulítico (Hasui et al., 1982).

Nas áreas emersas adjacentes à Baía da Ilha Grande, esses metamorfitos de alto grau, em conjunto com corpos graníticos sin- a pós-tectônicos, predominam em mais de 90% da superfície (Von Sperling & Baltazar, 1983) (Figura 5).

A oeste da baía encontram-se termos granitóides grosseiros, a zircão, e leucogranitos róseos, de grã média, a titanita (Hasui et al., 1976).

A Ilha Grande é ocupada quase inteiramente por termos de filiação charnoquítica. Constituem-na charnoquitos **sensu strictu**, contendo augita, hornblenda e hiperstênio, bem como granitóides derivados de charnoquitos, a hornblenda.

Ao norte da área, e como litologia de maior expressão encontram-se biotita-gnaisses migmatizados, contendo titanita, zircão e granada. Merecem destaque também os corpos graníticos, de grã média, que têm, como minerais acessórios, titanita, hornblenda, zircão e epidoto.

Finalmente, duas outras unidades de rochas pré-cambrianas são observáveis na área. A primeira é constituída por biotita-gnaisses porfiroblásticos, contendo granada e sillimanita, intercalados por quartzitos, calcissilicáticas e kinzigitos. A unidade de menor expressão consiste de gnaisses fitados e granito-gnaisses, a titanita e granada.

Extrapolando os limites dos conjuntos acima, encontram-

se enxames de diques de rochas básicas, orientados preferencialmente segundo a direção SW-NE, associados à Reativação Wealdeniana. Esses diques, classificados petrograficamente como basaltos, quartzo-diabásios, olivina-diabásios e gabros, constituem rochas a augita e anfibólio, podendo ainda conter olivina, opacos e titanita.

Os sedimentos quaternários da área de estudo têm distribuição espacial bastante restrita. Podem ser divididos em depósitos coluvionares, aluvionares, flúvio-marinhos, de mangue e cordões arenosos de praia (Suguio & Martin, 1978, Von Sperling & Baltazar, *op.cit.*).

Os colúvios constituem depósitos de pé de encosta, produzidos pela alteração intempérica das rochas, sob condições de clima quente e úmido e apresentam granulometria variável, de areia a grandes matacões.

Os aluviões preenchem as calhas e planícies dos rios de maior expressão na área; são formados por areias razoavelmente trabalhadas, de finas a médias, com algum silte e argila e exibem, ocasionalmente, níveis conglomeráticos estratificados.

Os depósitos flúvio-marinhos apresentam características mistas, com granulometria variável e tendência à concentração de frações finas no topo.

Nas proximidades de Parati, ao norte de Angra dos Reis e nas praias do Sul e do Leste (Ilha Grande), observam-se depósitos de mangue, representados por material siltico-argiloso, rico em matéria orgânica e apresentando coloração cinza e negra. Normalmente, esses depósitos são de espessura fina, constituindo

pequeno horizonte, sobrejacente aos sedimentos arenosos, nos quais se estrutura a vegetação de mangue.

Os depósitos relacionados a cordões de praias consistem de faixas estreitas e alongadas, de material essencialmente arenoso, bem selecionado. Observam-se níveis com concentrações de minerais pesados, contendo ilmenita, magnetita, titanita, granada, zircão e monazita (Argentiére, 1958), ou ainda zonas manchadas e impregnadas por plaquetas de biotita.

A Figura 5 apresenta as principais unidades litológicas das áreas emersas adjacentes à Baía da Ilha Grande.

## 11.2. FISIOGRAFIA

A Baía da Ilha Grande consiste em um corpo d'água, separado do mar aberto por uma ilha, denominada Ilha Grande. Esta ilha divide a baía em dois corpos menores, aqui denominados Porção Oeste e Porção Leste, interligados por um canal estreito, denominado Canal Central (Figura 6).

A Baía da Ilha Grande é caracterizada pela existência de centenas de ilhas e parciais, além de apresentar uma linha de costa bastante recortada, marcada pela presença de pontões cristalinos que se projetam diretamente sobre o mar.

Os rios que desaguam na região têm como característica a pequena extensão, com trechos retilíneos que indicam condicionamento estrutural, estando encaixados em vales apertados e profundos (Sperling & Baltazar, 1983).

Geomorfologicamente a região acha-se dividida em duas grandes unidades, a Serra do Mar (Província Costeira) e Plataforma Continental (Margem Continental),



apresentando, localmente, feições próprias de outras unidades, como os Maciços Litorâneos e Baixadas Litorâneas (Província Costeira) e o Planalto da Bocaina (Planalto Atlântico) (Hasui et al., 1982).

A Serra do Mar é uma escarpa erosiva, com altitudes variáveis entre 800 e 1200 metros. Essas escarpas, cuja origem está ligada à atividade tectônica de blocos de falha, chegam a atingir a linha de costa sem que se verifique a presença de formas intermediárias de relevo.

Os Maciços Litorâneos caracterizam-se como relevos isolados, com altitudes de até 1000 metros, sendo representados pelas ilhas Grande e da Marambaia.

As Baixadas Litorâneas, com distribuição bastante restrita na região, correspondem às planícies costeiras, formadas a partir das variações do nível do mar no Quaternário superior.

O Planalto da Bocaina também constitui uma feição de ocorrência restrita, caracterizado por altitudes elevadas, acima de 1200 metros, que se projeta em direção ao mar nas proximidades das cidades de Mambucaba e Angra dos Reis.

A Plataforma Continental constitui a porção menos inclinada da Margem Continental, estendendo-se a partir da linha de costa, em direção ao oceano. Regionalmente, não há grandes saliências no relevo, caracterizado por inclinações da ordem de 1:500 e curvas batimétricas aproximadamente paralelas à linha de costa.

Segundo Zembruscki (1979) a plataforma, na altura da Ilha Grande, tem largura de cerca de 90 quilômetros e apresenta a

quebra da plataforma ("shelf break") a uma profundidade de 140 metros. O mesmo autor identificou a presença de um canal estreito e raso, denominado Canal Ilha Grande, que parte da Porção Oeste da baía e atinge a quebra da plataforma.

### 11.2.1. BATIMETRIA

Na análise da batimetria da Baía da Ilha Grande foram utilizadas as cartas náuticas da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), de números 1609 (geral) e 1601, 1602, 1603, 1604, 1608 e 1636 (de detalhe).

Através das cartas náuticas foram confeccionados o mapa batimétrico (Figura 7) e blocos diagrama representativos da topografia de fundo das unidades descritas (Figuras 8, 9, 10 e 11).

A Porção Oeste da Baía da Ilha Grande apresenta profundidades médias superiores a 20 metros e máximas da ordem de 40 metros. Áreas mais rasas, inferiores a 10 metros, ocorrem a oeste, na Enseada de Parati, e a norte, na Baía da Ribeira. A barra oeste, que separa esta porção do mar aberto, apresenta-se francamente assimétrica, com um canal de aproximadamente 40 metros de profundidade que avança ao interior da baía, para norte, e inflete ligeiramente para leste, rumo ao Canal Central. A Figura 8 apresenta o bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Oeste.

O Canal Central, que separa a Ilha Grande do continente, é estreito e alongado segundo E-W, e apresenta as maiores profundidades do interior da baía, atingindo 55 metros. Esse canal se prolonga, inicialmente para sudeste e

posteriormente para nordeste, em uma feição retilínea que atinge a entrada da Baía de Sepetiba. Segundo Ponçano (1976), sua origem é associada ao entalhe sub-aéreo durante o último evento regressivo, superimposto sobre alinhamento tectônico pré-existente. As Figuras 9 e 10 apresentam blocos diagrama representativos da batimetria do Canal Central com referência a partir da Porção Oeste e da Porção Leste, respectivamente.

A Porção Leste apresenta relevo mais aplainado, com profundidades entre 10 e 25 metros. Esta área acha-se cortada pelo prolongamento do canal que separa a Ilha Grande do continente (Canal Central). A barra leste, que liga esta porção ao oceano, é levemente assimétrica, apresentando profundidades máximas da ordem de 30 metros em sua parte leste. A Figura 11 apresenta o bloco diagrama representativo da batimetria da Porção Leste.

Na plataforma continental, as isóbatas apresentam contorno bastante irregular, ora aproximando-se da costa, nas imediações da Ponta da Joatinga, ora afastando-se, como nas proximidades das duas entradas da baía.

#### 11.2.2. AÇÃO DE MARES E A FORMAÇÃO DE DEPRESSÕES ISOLADAS EM REGIÕES COSTEIRAS DO SUDESTE DO BRASIL

Na área do Canal Central, na Baía da Ilha Grande, verifica-se a presença de duas depressões isoladas, com profundidade máxima de 55 metros e fundo lamoso (Carta Náutica no. 1636 - DHN). Essas depressões apresentam inclinações bastante acentuadas, da ordem de  $6^{\circ}$  e máximas de  $15^{\circ}$  com relação

à topografia circundante, que apresenta valores de 25 a 30 metros de profundidade.

Essa feição, de características nitidamente erosivas, teve sua origem ligada, possivelmente à ação de "correntezas de maré" ("tidal scour"). Depressões formadas por esse processo foram descritas anteriormente por Kuenen (1952), nos Países Baixos e na Indonésia, e por Onodera & Ohshima (1983) no Japão.

No Brasil, acreditamos que a ação de marés esteja ligada à origem de outras depressões, como na Bafa de Sepetiba (RJ), no Canal de São Sebastião (SP), no Boqueirão da Ilha Anchieta (SP) e no Complexo Lagunar de Cananéia-Iguape (SP). Como regra geral, essas feições situam-se em estrangulamentos de corpos d'água entre maciços rochosos.

Na Bafa da Ilha Grande as depressões formaram-se sobre antiga drenagem fluvial, originada quando do evento regressivo do Pleistoceno Superior. Durante a transgressão subsequente (holocênica), a ação de marés, com a passagem de água de um corpo mais profundo (Porção Oeste), e portanto com maior volume, para um mais raso (Porção Leste), erodiu o estrangulamento formado entre o continente e a ilha, gerando a depressão. O processo erosivo iniciou-se, possivelmente, com o nível do mar 25 metros abaixo do atual, tendo persistido até o máximo transgressivo holocênico (5.100 anos A.P.).

É importante observar que, embora algumas dessas depressões tenham sido formadas sobre áreas já escavadas durante o evento regressivo pleistocênico, como no caso do Canal Central da Bafa da Ilha Grande (Ponçano, 1976), o aprofundamento das feições ocorreu durante o evento transgressivo holocênico.

Essa hipótese, ainda que carente de dados, pois faltam informações detalhadas de subsuperfície, bem como datações, implica na possibilidade do estabelecimento de uma nova proposta de evolução holocênica dessas áreas.

### III. HIDRODINÂMICA

#### III.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo Swift et al. (1971), o aporte de energia para a plataforma continental pode ser entendido como um arranjo hierárquico de componentes, cujas categorias principais são, em ordem de importância, correntes de origem meteorológica, marés, correntes de densidade e correntes oceânicas intrusivas (Figura 12). Os mesmos autores atentam para a necessidade de observação, nas correntes da primeira categoria (meteorológicas), dos fenômenos anômalos, de natureza não sazonal ou anual, uma vez que esses podem ter significado geológico real, dentro de uma escala de tempo maior.

De uma forma geral, faltam à costa brasileira séries sinóticas de medições hidrodinâmicas compatíveis com a duração de eventos temporais de grande escala. A exceção de levantamentos de marés, executados em áreas portuárias, dados como medições de ondas e correntes costeiras são esparsos e normalmente consistem de medições durante cruzeiros oceanográficos, com durações extremamente limitadas para a interpretação segura de padrões de movimentação de água.

### III.2. CONHECIMENTO PREVIO

As primeiras referências à circulação da Baía da Ilha Grande cabem a Tommasi (1969) e Tommasi *et al.* (1972) que, baseado em aspectos ecológicos de Cephalochordata presentes na área, sugeriu a ocorrência de fortes correntes de maré, a leste e a nordeste da Ilha Grande.

Matsuura (1975) realizou sazonalmente o lançamento de cartões de deriva, em um período de dois anos consecutivos. Os resultados indicaram a predominância de correntes de superfície de sul para norte, ao largo da Baía da Ilha Grande. No interior da baía, além da predominância de um fluxo com sentido horário, da Porção Oeste para a Porção Leste, foi também verificada a presença de fluxos de retorno, através do Canal Central, e de saída de água através da Porção Oeste.

Ponçano (1976), em estudo sobre a sedimentação na Baía de Sepetiba, faz referência a dois fluxos de água, um proveniente de mar aberto, passando entre as ilhas Grande e da Marambaia, e outro, de maior importância, vindo do canal que separa a Ilha Grande do continente. Tais fluxos seriam os responsáveis pelo transporte de sedimentos para o interior da Baía de Sepetiba.

Miranda *et al.* (1977) verificam a presença de um "front" salino entre a Ponta de Castelhanos (Ilha Grande) e a Ponta Grossa da Marambaia. Segundo os autores, essas águas menos salinas seriam provenientes da Baía de Sepetiba.

Ikeda (1977), baseado em dados de três estações fixas, colocadas em diferentes pontos da baía, indica a existência de uma circulação de fundo com sentido horário predominante, com entrada de água pela Porção Oeste e saída pela Porção Leste.

As indicações da existência de uma componente com sentido horário foram reafirmadas por Ikeda & Stevenson (1980).

Ikeda & Stevenson (1982) sugerem a correlação entre a passagem de sistemas frontais com rápidas reversões nos sentidos das correntes no interior da baía.

Signorini (1980 a,b) destaca a pequena influência das marés na Baía da Ilha Grande, provavelmente causada pela entrada das ondas de maré pelas duas barras, a leste e a oeste da ilha, e o cancelamento de seu efeito no ponto de encontro das águas. O mesmo autor confirma a presença de um fluxo de água com movimento horário, e a mistura de águas menos salinas, provenientes da Baía de Sepetiba, corroborando as informações de Miranda et al. (op.cit.) e Ikeda (op.cit.).

### III.3. ESTAÇÃO FIXA DE CORRENTOMETRIA

Trabalhos anteriores (Ikeda, 1977, Signorini 1980 a,b), dão conta de um importante fluxo, através do Canal Central da Baía da Ilha Grande, indicativo de um mecanismo de circulação horário. Nesse sentido, na tentativa de verificar a presença deste fluxo ao longo de toda a coluna d'água, foi realizada estação fixa de correntometria em um ponto do Canal Central (Figura 13), com lâmina d'água de 26 metros, instalando-se durante 32 horas dois correntógrafos do tipo Inter-Ocean, a 10 e 25 metros de profundidade.

A análise dos dados obtidos nos correntógrafos (TABELA 1) permitiu verificar a existência de processos dinâmicos diferenciados, no fundo e na superfície do Canal Central da Baía

da Ilha Grande.

A circulação de superfície é regida por uma corrente bastante intensa, com velocidades de até 54 cm/s e fortes características unidirecionais, com predominância quase total do sentido SE. A Figura 14 apresenta a distribuição dos sentidos das correntes durante o período de medição. Este fluxo confirma, para águas de superfície, a existência do mecanismo horário de circulação referido anteriormente (Ikeda, *op.cit.*, Signorini, *op.cit.*).

Por outro lado, a circulação de fundo apresenta-se como um fluxo de baixa velocidade (máximo de 12 cm/s), com sentido predominante para NE, porém com uma componente para sudeste de relativa importância, refletindo, possivelmente a existência de um mecanismo de maré. A Figura 15 apresenta a distribuição dos sentidos das correntes de fundo durante as medições. É importante ressaltar que, embora caiba ao sentido NE alta frequência de ocorrência de direções de correntes, as velocidades associadas a essa direção são extremamente baixas (média de 2,3 cm/s), implicando em um deslocamento de partículas insignificante e sugerindo a ausência de transporte de material sedimentar entre as porções Leste e Oeste da baía, através do Canal Central.

As Figuras 16 e 17 estabelecem a comparação entre as velocidades obtidas do valor máximo de velocidade de fundo com os modelos de erosão e deposição de sedimentos em meio aquoso.



## **IV. CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA**

### **IV.1. AMOSTRAGEM**

Foram realizados dois cruzeiros para coleta de sedimentos de superfície de fundo na Baía da Ilha Grande. O primeiro foi realizado a bordo do N.Oc. "Prof.W.Besnard", nos meses de setembro e outubro de 1984. O posicionamento das estações foi feito com o uso do radar do navio, tendo sido coletado um total de 139 amostras.

O segundo cruzeiro foi executado no mês de julho de 1985, a bordo da lancha CAMR-125, pertencente à Delegacia da Capitania dos Portos em Angra dos Reis. Foram realizadas 14 estações de coleta e o posicionamento foi feito com a utilização de uma bússola de visada do tipo Sestrel, tomando-se como referência pontos notáveis da costa e bóias de balizamento de tráfego marítimo.

As amostras foram coletadas com a utilização de um pegador de fundo do tipo Petersen, modificado. A TABELA II apresenta o posicionamento das estações e a descrição visual preliminar das amostras, feita ainda a bordo das embarcações.

A Figura 18 apresenta a localização das estações de coleta.

### **IV.2. ANÁLISE DAS AMOSTRAS**

As amostras foram processadas no Laboratório de Sedimentologia do Instituto Oceanográfico da USP, tendo sido submetidas a: análise granulométrica, análise morfométrica e de textura superficial, análise de conteúdo de carbonato biodetrítico, análise de conteúdo de matéria orgânica,

identificação dos constituintes da fração grosseira e identificação de assembléias de minerais pesados.

#### IV.2.1. ANALISES TEXTURAIIS

##### IV.2.1.1. ANALISE GRANULOMETRICA

Primeiramente as amostras foram secas em estufa a 60°C. O material seco foi quarteado até a obtenção de, aproximadamente, 100 gramas e, pesando-se, registrou-se o Peso Total Inicial.

A cada amostra foi adicionada uma solução de ácido clorídrico, diluído a 10%, em quantidade suficiente para promover a completa eliminação do carbonato biodetrítico. Do material resultante, seco, obteve-se o Peso Total Insolúvel e, a partir daí, feita a análise granulométrica propriamente dita.

As amostras que continham material arenoso e pelítico foram peneiradas, por via úmida, em peneira de 0,062 mm. O material retido nessa peneira, bem como as amostras sem lama, foram secos, pesados e peneirados em um jogo de peneiras com malhas a intervalos de 0,5 fi, entre 2,0 mm e 0,062 mm, utilizando-se um peneirador RO-TAP.

O material com diâmetro inferior a 0,062 mm foi colocado em suspensão, com água destilada, em proveta graduada de 1000 ml, Para a defloculação foi adicionada 1 grama de defloculante (pirofosfato de sódio - Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>). Procedeu-se então à pipetagem do material, conforme descrito em Suguio (1973).

Aos valores das frações obtidos no peneiramento e pipetagem foi aplicado um programa de computador em linguagem

BASIC, desenvolvido pelo M.Sc. Jorge Kazuo Yamamoto. Esse programa calcula as frequências simples e acumulada da distribuição em peso da amostra, as porcentagens das diferentes classes granulométricas e caracteriza amostra segundo a classificação textural de Shepard (1954) e os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957).

A TABELA III apresenta os valores de frequências de classes granulométricas para cada amostra, a TABELA IV apresenta a classificação textural das amostras segundo o diagrama triangular de Shepard (*op.cit.*) e a TABELA V apresenta os valores dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (*op.cit.*) bem como do número de classes texturais com porcentagens em peso superiores a 1%.

Quanto ao procedimento de eliminação prévia de calcário, algumas observações devem ser feitas. A primeira diz respeito à presença de calcário biodetrítico como constituinte importante de sedimentos marinhos. Pilkey *et al.* (1967) observam que a fração carbonática é frequentemente mais grosseira e possui grau de selecionamento menor que o resíduo insolúvel de uma mesma amostra. Os mesmos autores afirmam que a velocidade de decantação de uma partícula achatada (como um fragmento de concha, por exemplo) é igual à de uma esfera de tamanho menor que o da partícula, ou seja, para uma dada energia do meio, as partículas biodetríticas transportadas serão mais grosseiras que os minerais terrígenos.

Soma-se a isso o fato de que os fragmentos calcários têm procedência aleatória, ou seja, a fonte do material

carbonático pode ser entendida vagamente como o mar, e o material pode encontrar-se *in situ* ou ter sido transportado. Nesse aspecto, Furtado (1978) propôs a utilização de um índice de fragmentação de carapaças para a interpretação da energia do meio, relacionando a maior quantidade de carapaças muito fragmentadas à maior intensidade da dinâmica atuante sobre o fundo.

Por outro lado, a utilização de uma substância ácida para a eliminação do material carbonático pode ter levado a uma alteração de minerais menos estáveis, como os feldspatos, ou à completa eliminação de colofana. Porém, embora seja difícil avaliar o grau de alteração promovido pelo processo, a grande predominância do quartzo, com relação a outros minerais, como constituinte terrígeno dos sedimentos, implica em um percentual muito pequeno de imprecisão no método.

De qualquer forma podemos afirmar que, para uma interpretação mais correta das distribuições das frequências de classes texturais e dos parâmetros estatísticos obtidos das análises granulométricas e, como consequência, uma melhor avaliação dos processos atuantes, é necessária a eliminação da fração carbonática dos sedimentos.

#### **IV.2.1.1.A. DISTRIBUIÇÃO DE CLASSES MODAIS**

Uma das maiores dificuldades encontradas em trabalhos em sedimentologia diz respeito à obtenção de parâmetros que representem a distribuição granulométrica total de um sedimento.

Classificações clássicas, como a de Shepard (1954) ou a

de Folk & Ward (1957) pecam, seja pela por generalizações, no caso da primeira, seja pela falta de significado físico dos parâmetros, tratados isoladamente ou em combinação, no caso dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (op.cit.) aplicados a sedimentos bimodais. Esses fatos serão observados adiante, nos sedimentos da Baía da Ilha Grande.

Folk (1966), em sua revisão sobre a aplicação de parâmetros estatísticos, afirma que a construção das curvas de frequências cumulativas permite a verificação das propriedades de distribuições complexas. Visher (1969) utiliza os gráficos de frequência cumulativa para identificar populações sujeitas a mecanismos de transporte distintos.

Nesse sentido, verifica-se ser necessário obter representações da distribuição total de sedimentos. Entretanto, neste trabalho optou-se pela construção dos histogramas de frequências de classes texturais, por entendermos que, a partir desses histogramas é possível uma melhor observação da existência das distribuições complexas. Suas vantagens residem na maior facilidade de identificação das classes modais, caracterização de populações distintas e de bimodalidade de sedimentos, tornando imediata a diferenciação das amostras.

A Figura 19 (mapa em anexo) apresenta a distribuição das classes modais através da representação dos histogramas de frequência.

Os sedimentos do Canal Central são constituídos basicamente por quantidades variáveis de siltes e argilas, com alguma contribuição de sedimentos arenosos, normalmente areias

muito finas. Nesta área os siltes ocorrem sempre em quantidades superiores às argilas.

Na Porção Leste os sedimentos caracterizam-se por populações constituídas predominantemente por areias médias e grossas, acompanhadas por quantidades menores de areias muito grossas e areias finas. Esta característica modal pode ser observada nos sedimentos da plataforma continental adjacente à Porção Leste, estendendo-se até a isóbata de 50 metros.

O conjunto das amostras da Porção Leste não apresenta similaridade, seja com os sedimentos do Canal Central, seja com o restante das amostras da plataforma continental. Estes caracterizam-se pela presença de moda muito bem definida na fração areia muito fina, com pequena moda na fração areia fina. Esta característica estende-se aos sedimentos da Porção Oeste, a partir do centro da barra, em direção à porção central da área, onde sedimentos marcadamente unimodais podem ser observados (amostras 76, 79, 80, 81 e 120).

Ao longo da costa da Ilha Grande os sedimentos coletados apresentam características fortemente bimodais (amostras 54, 134 e 135), com modas bem definidas nas frações areia média e silte. Esta característica pode estar relacionada à agregação de lamas atuais aos sedimentos arenosos previamente depositados.

O extremo ocidental da Porção Oeste apresenta como característica básica a predominância de pelitos sobre os sedimentos arenosos. Essas características estão associadas à baixa energia do meio, permitindo a deposição de material em suspensão. A sedimentação pelítica está presente também nos

embaixamentos ao norte, Enseada de Itaorna e Bafa da Ribeira, sendo mais importante nesta última.

De uma forma geral, a compartimentação fisiográfica da Bafa da Ilha Grande tem como reflexo a existência de populações modais distintas, a saber, areias muito finas na Porção Oeste, siltes no Canal Central e areias grossas e médias na Porção Leste. Essas características se estendem às áreas de plataforma continental adjacentes às duas entradas da bafa, sugerindo similaridade nos processos hidrodinâmicos atuantes até aproximadamente a isóbata de 50 metros.

#### **IV.2.1.1.B. CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL DOS SEDIMENTOS SEGUNDO SHEPARD (1954)**

O mapa de distribuição dos sedimentos segundo a classificação de Shepard (1954) encontra-se na Figura 20.

Predominam, nos sedimentos de superfície de fundo da Bafa da Ilha Grande, os termos essencialmente arenosos, que cobrem quase toda a área das porções Oeste, Leste e plataforma continental adjacente.

Os termos com predominância de pelitos, a saber, siltes argilosos, siltes e siltes arenosos, localizam-se essencialmente no Canal Central e no extremo ocidental da Porção Oeste da bafa. As características dos sedimentos do Canal Central indicam a ausência de transporte arenoso da Porção Oeste para a Porção Leste, ao contrário do sugerido por Ponçano (1976). Este mecanismo de deposição de pelitos está relacionado, provavelmente, ao encontro das ondas de maré, provenientes da Porção

Oeste e da Porção Leste, com a conseqüente quebra de energia, criando-se condições para a deposição de material em suspensão.

No Canal Central predominam os siltes argilosos. Esses termos se estendem para oeste, margeando a Ilha Grande até a Ponta do Acajá, gradando a termos mais arenosos em direção à Porção Oeste. Para leste os pelitos do Canal Central avançam até a Enseada do Abraço, onde cedem lugar, bruscamente para as areias da Porção Leste.

Na Bafa de Jacuacanga e Enseada de Angra dos Reis ocorrem misturas de termos siltosos e arenosos, que indicam a existência de contribuições locais associadas a uma dinâmica de baixa energia.

Na Porção Oeste, à exceção da Enseada de Parati e da Bafa da Ribeira, os sedimentos de superfície de fundo consistem predominantemente de areias, com alguma contribuição de sedimentos siltosos. Nas áreas abrigadas, Enseada de Parati e Bafa da Ribeira, ocorrem sedimentos em que predominam pelitos (argilas siltosas e siltes argilosos) refletindo condições dinâmicas de baixa energia.

#### **IV.2.1.1.C. DISTRIBUIÇÃO DA FRAÇÃO ARGILA**

O mapa de distribuição da fração argila (Figura 21) é dos que melhor representa a existência de áreas de menor energia em regiões costeiras. A deposição de partículas argilosas implica na manutenção, ainda que por um curto período de tempo, de velocidades de corrente extremamente baixas, sem competência para manter as pequenas partículas em suspensão.

A distribuição da fração argila na Bafa da Ilha Grande



permite, com bastante clareza, a diferenciação entre as três principais unidades sedimentares.

A Porção Leste caracteriza-se pela ausência quase total de deposição de sedimentos argilosos, sugerindo a ação constante de correntes sobre o fundo, que impedem a deposição do material em suspensão.

Nesse aspecto é importante verificar que no Canal Central, adjacente à Porção Leste, ocorre importante processo de sedimentação pelítica, com as argilas perfazendo ao menos 25 % e frequentemente 40 % do peso total do material terrígeno. Esses altos valores concordam com a hipótese de encontros de frentes de maré vindas de leste e de oeste simultaneamente, e da decantação das partículas de pelitos nos períodos de estofa. Dessa forma ocorreria um bloqueio para a passagem do material em suspensão que viria eventualmente da Porção Oeste em direção à Porção Leste. Esse processo consiste no fenômeno dinâmico de maior importância na sedimentação atual da Baía da Ilha Grande.

Com relação ao material proveniente da Baía de Sepetiba (Ponçano, 1976), verifica-se que ocorre um bloqueio ao aporte dos sedimentos em direção à Porção Leste, possivelmente devido à ação de marés (Signorini, 1980a, b), reduzindo drasticamente a carga de material em suspensão que poderia ser transportado e depositado na Baía da Ilha Grande.

O padrão de distribuição de sedimentos argilosos na Porção Oeste da baía apresenta-se mais complexo. Existe uma tendência de aumento de argilas, a partir do centro da área, em direção às áreas mais rasas e abrigadas. Nesse aspecto torna-

se bastante útil a apresentação do mapa de superfície de tendência do quarto grau , para a fração argila das amostras da Porção Oeste (Figura 22).

O programa de análise de superfície de tendência foi elaborado pelo Prof. Dr. Gilberto Amaral, do Instituto de Geociências da USP, para utilização em microcomputadores da linha IBM-PC.

Verificamos que, embora as deformações do mapa de tendência reflitam a escolha da malha amostral, os valores de argila aumentam no sentido da Enseada de Parati e do extremo oeste da Ilha Grande (Ponta do Acaiá e Ponta dos Meros) e, em menor escala, para a Enseada de Itaorna e para o Canal Central.

O padrão de distribuição das argilas na Porção Oeste indica serem estas provenientes da descarga do material em suspensão dos pequenos cursos d'água que cortam as áreas emersas adjacentes.

#### IV.2.1.1.D. DISTRIBUIÇÃO DA FRAÇÃO AREIA E GRÂNULO

O mapa de distribuição das porcentagens das frações areia e grânulo (Figura 23) indica a existência de áreas onde a presença de correntes sobre o fundo pelo menos impede a deposição de pelitos, podendo indicar uma dinâmica mais efetiva.

Através desse mapa, é possível observar, na plataforma continental adjacente à Baía da Ilha Grande um importante contacto, representado por uma diminuição das quantidades de areia, e que corresponde aproximadamente à profundidade de 50 metros.

Esse contacto marca o limite inferior da ação de ondas

sobre o fundo. É importante observar que, no caso da região da Bafa da Ilha Grande, a ação efetiva de ondas sobre o fundo deve estar limitada às áreas externas à bafa. No interior desta os processos de interferência sobre os trens de onda promovem a quebra de energia, limitando sua ação como mecanismos hidrodinâmicos de importância no transporte de sedimentos.

A Porção Leste apresenta-se homogênea, com porcentagens de areia quase sempre superiores a 90%, indicando a permanência de condições dinâmicas efetivas sobre o fundo. Em direção ao Canal Central ocorre um contacto brusco com sedimentos pelíticos, não havendo transporte de material arenoso através do Canal Central.

A configuração da distribuição da fração areia e grânulo na Porção Oeste apresenta-se com maior heterogeneidade, refletindo a complexidade dos processos que ali ocorrem. De leste, a partir do Canal Central, observa-se um aumento gradual das quantidades de areia em direção ao centro da Porção Oeste. Esse aumento também ocorre a partir do extremo oeste da área (Enseada de Parati) em direção ao centro da área, numa configuração inversa à observada no mapa de distribuição de argilas.

É possível verificar também a continuidade dessas areias em direção à plataforma continental, continuidade esta também observável através da análise de superfície de tendência do quarto grau (Figura 24). O padrão de distribuição das areias na Porção Oeste pode ser interpretado como resultante do transporte de areias da plataforma continental. Nas áreas

abrigadas essas areias são acrescidas de sedimentos pelíticos, resultantes da descarga de material em suspensão de origem continental.

#### IV.2.1.1.E. CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE FOLK & WARD (1957)

##### IV.2.1.1.E.1. DIÂMETRO MÉDIO

O diâmetro médio consiste numa medida da tendência de agrupamento da distribuição dos sedimentos de uma amostra em torno de um ponto (Suguio, 1973).

A utilização do diâmetro médio na interpretação ambiental já foi discutida anteriormente por Ponçano (1985, 1986), em trabalhos de revisão sobre a utilização de parâmetros estatísticos. Não pretendemos aqui retomar essa discussão, cabendo-nos, entretanto, ressaltar o pouco significado interpretativo desta medida em sedimentos fortemente bimodais (amostras 54 e 135, por exemplo), bem como na subdivisão das diferentes classes de siltes, as quais, em essência, estão ligados às mesmas condições de energia do meio.

Três grupos distintos de populações caracterizam os sedimentos da Baía da Ilha Grande: as areias muito finas da Porção Oeste e da plataforma continental, as areias médias e grossas da Porção Leste e os pelitos do Canal Central e das áreas abrigadas (Figura 25).

As areias muito finas predominam em quase toda a Porção Oeste, estendendo-se para a plataforma continental. Nesta área, em direção à Enseada de Páрати, verifica-se a passagem para termos mais finos (siltes grossos, siltes médios e siltes finos),

indicativos da predominância de baixas condições de energia na área.

No centro da Porção Oeste, pequenas áreas de sedimentos mais grosseiros (areias finas e médias) se destacam. Tais áreas podem estar relacionadas à presença de giros de água, que promovem a concentração das partículas maiores.

Em direção ao Canal Central os sedimentos passam, gradativamente a termos mais finos, predominando nesta área os siltes finos e muito finos.

É importante notar a presença de termos mais grosseiros junto à costa continental, principalmente na Bafa de Jacuacanga e próximo a Conceição de Jacaref. Esta tendência de ocorrência de termos grosseiros deve estar relacionada a contribuições localizadas, refletindo movimentos gravitacionais, causados por águas pluviais, eventualmente acelerados por processos antrópicos.

A Porção Leste da Bafa da Ilha Grande é quase toda coberta por areias médias e grossas, que constituem os sedimentos mais grosseiros da bafa. Essas características implicam na manutenção de condições de grande energia sobre a área. Esses sedimentos grosseiros estendem-se para a plataforma continental, até a isóbata de 50 metros.

Verifica-se portanto que os sedimentos da Porção Oeste e Porção Leste têm características bastante diferenciadas, não estando ligados a um mesmo processo e não existindo troca de material sedimentar entre as duas áreas.

#### IV.2.1.1.E.2. GRAU DE SELEÇÃO

O grau de seleção constitui medida do espalhamento da distribuição granulométrica em torno da média (Suguio, 1973). A interpretação do grau de seleção utilizada neste trabalho partirá da premissa de que sedimentos melhor selecionados relacionam-se a processos hidrodinâmicos mais efetivos sobre o fundo.

A Figura 26 apresenta o mapa de distribuição do grau de seleção dos sedimentos da Baía da Ilha Grande.

A primeira característica observada diz respeito ao baixo grau de seleção dos sedimentos da área de estudo. Analogamente ao observado por Folk (1966), sedimentos pelíticos, bem como areias grossas, são pior selecionados que areias finas. Desta maneira, o padrão de distribuição do grau de seleção reflete também o tamanho dos sedimentos presentes na área.

Nos sedimentos da Porção Leste predominam os termos moderadamente selecionados, ao passo que os sedimentos do Canal Central apresentam baixo grau de selecionamento na quase totalidade das amostras.

As amostras da plataforma continental compartmentam-se em dois blocos. A leste as amostras seguem a tendência do padrão observado na Porção Leste, com sedimentos moderadamente a pobremente selecionados. A oeste, nas adjacências da Porção Oeste, ocorrem sedimentos bem a muito bem selecionados.

Os sedimentos da Porção Oeste apresentam um padrão complexo quanto ao grau de selecionamento. De uma forma geral, uma faixa de sedimentos moderadamente a bem selecionados, margeada por sedimentos pobremente selecionados, contorna a

Porção Oeste. Esta configuração reforça a hipótese da existência de giros que promovem a concentração de sedimentos grosseiros no centro da área.

É importante também observar a existência de uma faixa de sedimentos muito bem selecionados na barra da Porção Oeste. Nesse aspecto, é possível que esta faixa esteja associada à única área com ação efetiva de ondas sobre o fundo (profundidades entre 40 e 50 metros). Nas áreas mais rasas a ação de ondas sofre interferências no interior da bafa, quebrando sua energia.

#### IV.2.1.1.F. ANÁLISE DOS COMPONENTES PRINCIPAIS

A Análise dos Componentes Principais consiste de um método que procura reduzir um grande número de variáveis em um número menor de componentes importantes, que exprimem a maior parte de uma matriz de dispersão de um conjunto de amostras (Legendre & Legendre, 1983).

Geometricamente, os componentes principais representam a seleção de um novo sistema de coordenadas, obtido pela rotação do sistema original. Os novos eixos representam as direções de máxima variabilidade e consistem em uma descrição simplificada da matriz de covariância ou de correlação (Johnson & Wichern, 1982).

Os componentes principais apresentam certas características que podem ser consideradas desejáveis:

- Os componentes principais são independentes entre si.
- Cada componente principal sintetiza a máxima variabilidade de um sistema (Pla, 1986).

A partir da matriz de correlação R, o cálculo dos componentes principais baseia-se na obtenção dos autovalores L e dos autovetores V, que satisfaçam a equação:

$$R \cdot V - V \cdot L = 0 \quad (1)$$

ou

$$[R - L \cdot I] \cdot V = 0 \quad (2)$$

As componentes principais serão os valores  $Y_i$  que satisfaçam a equação:

$$Y_i = V_i Z \quad (3)$$

onde Z são os valores normalizados das variáveis.

A soma dos autovalores é igual ao número de variáveis originais e o quociente entre um autovalor qualquer  $L_k$  e o número de variáveis consiste na variância explicada pelo componente  $Y_k$ .

O fator de carga F é obtido através do produto do autovetor  $V_{ij}$  pela raiz do autovalor  $L_i$ , e consiste em medida de correlação entre o i-ésimo componente principal e a j-ésima variável.

Para os sedimentos da Bafa da Ilha Grande, foi feita a Análise dos Componentes Principais, através de programa desenvolvido pelo Geological Survey of Japan para microcomputadores da linha IBM-PC, sobre 3 conjuntos de dados.

O primeiro conjunto consiste nos valores de 11 (onze) variáveis (% grânulo, % areia muito grossa, % areia grossa, % areia média, % areia fina, % areia muito fina, % silte grosso, % silte médio, % silte fino, % silte muito fino e % argila). O segundo conjunto consiste nos valores de 8 (oito) variáveis (% areia, % silte, % argila, diâmetro médio, grau de seleccionamento, assimetria, curtose e número de classes



texturais). O terceiro conjunto consiste nas 18 (dezoito) variáveis, resultantes da união dos dois conjuntos anteriores.

Para cada conjunto foram obtidos os autovalores, autovetores e o fator de carga das componentes principais cujos autovalores fossem superiores a 1 (TABELAS VI, VII e VIII). Finalmente, foram estabelecidos os valores de cada amostra em função das novas componentes geradas.

Para cada conjunto foram ainda plotadas as amostras em um sistema de coordenadas definido pelas duas primeiras componentes principais e representada sua distribuição espacial em mapas.

Para o primeiro conjunto de dados, a análise das duas primeiras componentes representa 74% da variância explicada. A Figura 27 representa a distribuição das amostras segundo os dois primeiros componentes. Desta são identificados 4 grupos distintos que, dispostos em mapa (Figura 28), indicam a classificação das amostras de acordo com estas componentes.

Os sedimentos da Porção Leste são representados quase exclusivamente pelo grupo III. As amostras nesse campo indicam uma maior contribuição de termos grosseiros, principalmente das frações areia grossa, areia muito grossa e areia média (TABELA VI). Agrupam-se também nesse campo os sedimentos da plataforma continental adjacente à Porção Leste, bem como pequenas manchas de sedimentos grosseiros na Porção Oeste.

As amostras do grupo II correspondem aos sedimentos pelíticos do Canal Central, da Baía da Ribeira e da Enseada de

Parati. Correspondem a uma maior contribuição dos termos siltycos.

No grupo IV inserem-se as areias finas da Porção Oeste e da plataforma continental. Verifica-se a semelhança nas características granulométricas entre estas duas unidades. Abrigam-se também nesse grupo, manchas de sedimentos arenosos finos da Porção Leste. Este grupo representa a maior contribuição da fração areia muito fina nos sedimentos.

Finalmente, o grupo I individualiza os termos transicionais entre os sedimentos arenosos e os pelitos.

O segundo conjunto de dados analisados apresenta tendência similar à do primeiro conjunto, embora algumas diferenças significativas possam ser verificadas. A primeira componente tem como fatores principais os valores de % de areia na escala positiva e de % de argila e diâmetro médio na escala negativa. A segunda componente contrapõe valores de número de classes texturais, assimetria e curtose aos valores de % de argila, % de areia e diâmetro médio (TABELA VII).

A contraposição da primeira e segunda componentes representa 68% da variância explicada do sistema (Figura 29). Dos quatro grupos individualizados (Figura 30), identificam-se no grupo III os sedimentos pelíticos do Canal Central, da Baía da Ribeira e da Enseada de Parati. No grupo IV reúnem-se sedimentos normalmente adjacentes aos pelitos do grupo III, sugerindo que esses sedimentos constituem gradação dos pelitos para termos mais grosseiros.

Na Porção Leste predominam os sedimentos do grupo II, entretanto esses tipos podem também ser encontrados no interior

da Porção Oeste e na plataforma continental adjacente a esta. No grupo I inserem-se sedimentos do interior da Porção Oeste, bem como da plataforma continental externa à isóbata de 50 metros.

O terceiro conjunto de dados corresponde à análise das 18 variáveis envolvidas pelos dois conjuntos anteriores. A configuração das amostras segundo os dois primeiros componentes representa 69% da variância explicada do sistema (Figura 31). A primeira componente tem como fatores de carga mais importantes os termos referentes às frações pelíticas e o diâmetro médio como contribuições positivas e os termos correspondentes às frações arenosas como contribuições negativas. A segunda componente tem como contribuição positiva os valores da fração areia muito fina e de curtose e, como contribuição negativa os valores das frações areia grossa, areia muito grossa, grânulo e de assimetria (TABELA VIII).

A Figura 32 indica que através desse conjunto de dados identificam-se, no grupo III as areias grossas e médias da Porção Leste, bem como as pequenas manchas de sedimentos grosseiros da Porção Oeste. O grupo II individualiza os sedimentos pelíticos do Canal Central e das áreas abrigadas da Porção Oeste.

As areias muito finas da Porção Oeste e da plataforma continental correspondem às amostras do grupo IV. Finalmente, à semelhança do primeiro conjunto analisado, identificam-se no grupo I os termos transicionais entre as areias finas e os sedimentos pelíticos.

A Análise dos Componentes Principais apresentou-se como método eficiente na representação e agrupamento de conjuntos de

amostras de sedimentos da Baía da Ilha Grande, bem como na redução do número de variáveis características das amostras.

A utilização das frequências de classes granulométricas como variáveis mostrou ser o conjunto mais adequado à aplicação do método, tendo sido obtida uma maior porcentagem de variância explicada com um menor número de componentes principais. A utilização de um conjunto maior de variáveis não apresentou vantagens para o método, de forma que o padrão obtido com a utilização do conjunto de 18 variáveis foi bastante semelhante ao alcançado com a utilização apenas das frequências de classes granulométricas.

#### IV.2.1.2. ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DE TEXTURA SUPERFICIAL DE GRÃOS DE QUARTZO

Os grãos de areia e seixos guardam, em suas características morfoscópicas, informações sobre a natureza da área fonte, o mecanismo de transporte e o grau de retrabalhamento (Sugio, 1973, Eichler, 1982).

Na caracterização morfoscópica de sedimentos arenosos são utilizados, normalmente, três parâmetros:

- Arredondamento: o grau de arredondamento é uma medida da agudez das bordas e cantos dos fragmentos clásticos (Pettijohn, 1975). O grau de arredondamento tem sido utilizado como índice de maturidade e retrabalhamento de sedimentos, bem como na diferenciação de ambientes de sedimentação (Martin et al., 1985, Cruz et al., 1985).

- Esfericidade: a esfericidade é uma medida da aproximação da forma de uma partícula qualquer com a de uma

esfera perfeita (Suguio, *op.cit.*). Embora seu significado geológico seja pouco preciso, a esfericidade é relacionada à natureza da área fonte, uma vez que a forma da partícula sedimentar deve estar relacionada à forma original (Pettijohn, *op.cit.*).

- Textura Superficial: esta propriedade diz respeito às feições de microrrelevo da superfície do grão, as quais independem do tamanho, forma ou arredondamento. Os caracteres texturais podem estar relacionados aos mecanismos de transporte ou a fenômenos epigenéticos (fosqueamento de areias por processos químicos, por exemplo) (Suguio, *op.cit.*).

Foi feita análise morfoscópica das frações 0,125mm e 0,062mm de 29 amostras distribuídas pela bacia e plataforma continental. Para a determinação dos índices de arredondamento e esfericidade foram utilizadas as tabelas de comparação visual de Krumbein & Sloss (1963); para a análise de textura superficial utilizou-se a classificação de Bigarella *et al.* (1955, *apud* Suguio, *op.cit.*).

Os histogramas representativos do arredondamento das frações 0,125mm e 0,062mm (Figuras 33 e 34) indicam que as amostras estudadas apresentam predominância de grãos mal arredondados (índice modal 0,3), com alguma incidência de grãos moderadamente ou bem arredondados (índice modal 0,5 ou 0,7). Essa variabilidade, associada à ausência de uma área específica onde predominem sedimentos melhor arredondados, sugere mistura de populações, onde participam grãos arredondados, indicativos de um processo de transporte efetivo ou de fonte sedimentar, ao lado de

grãos pouco arredondados, que refletem menor intensidade de transporte.

Os histogramas representativos da esfericidade das frações 0,125mm e 0,062mm encontram-se nas Figuras 35 e 36. Nas amostras analisadas observa-se a predominância quase total de grãos alongados (índice modal 0,3 e 0,5). Essa característica está possivelmente relacionada à natureza da área fonte, que é constituída por rochas metamórficas de alto grau, predominantes nas áreas emersas adjacentes.

Os histogramas representativos da textura superficial das frações 0,125mm e 0,062mm (Figuras 37 e 38) indicam predominância de formas sacaróides e mamelonadas, características de baixa duração do processo de transporte (Eichler, *op.cit.*). Não foi possível, através da relação entre grãos foscos e polidos, identificar meios diferenciados de transporte. Também, a exemplo do arredondamento, não foi possível, através da textura superficial, identificar áreas geográficas com predominância da ocorrência de alguma característica distintiva.

Dentro do princípio de subdivisão em grandes unidades, verificamos que nenhuma das características morfoscópicas prestou-se para tal diferenciação. Por outro lado, um fator complexante consiste na identificação de processos de transporte de areias finas e muito finas. Segundo Visher (1969), tais sedimentos são transportados normalmente por suspensão ou por saltação. Uma vez que o atrito sofrido por essas partículas é diferenciado daquelas transportadas por tração, a avaliação da maturidade textural dos sedimentos através dessas frações pode induzir a erros de interpretação.

Para efeito de comparação foi analisada a fração 0,500mm em 15 amostras, uma vez que os mecanismos de transporte desses grãos grosseiros são diferenciados com relação aos grãos mais finos (0,125mm e 0,062mm).

Os grãos de quartzo da fração 0,500mm são normalmente transportados por tração, de forma que a intensidade do transporte será melhor gravada em suas características morfoscópicas. Entretanto, a presença de grãos dessa fração, na Baía da Ilha Grande, não é homogênea por toda a área, sendo frequente na Porção Leste e quase ausente na Porção Oeste.

Os histogramas de arredondamento da fração 0,500mm (Figura 39) indicam percentuais maiores de grãos arredondados na Porção Leste, embora ainda predominem os sedimentos mal a moderadamente arredondados. As amostras da Porção Oeste apresentam sedimentos pior arredondados, indicando ainda um baixo retrabalhamento dos sedimentos transportados por tração.

Os histogramas de esfericidade da fração 0,500mm (Figura 40) concordam com os obtidos nas demais frações analisadas, apresentando predominância de grãos alongados.

Os histogramas de textura superficial da fração 0,500mm (Figura 41) indicam uma maior presença de grãos lisos nas amostras da Porção Leste; nas amostras da Porção Oeste não foram observados grãos lisos.

De uma forma geral verifica-se serem os sedimentos da Baía da Ilha Grande imaturos texturalmente, sugerindo baixa eficiência do processo de transporte bem como uma abrasão incipiente.

Entretanto, a análise morfoscópica dos sedimentos da Baía da Ilha Grande não se mostrou conclusiva na caracterização da área, tornando inseguras interpretações que possam ser tomadas exclusivamente através da utilização dos parâmetros morfoscópicos. Nesse sentido, acreditamos que a diferenciação dos sedimentos através da análise morfoscópica seja válida apenas quando da existência de grandes tendências morfométricas, associadas a outras características texturais e composicionais dos sedimentos.

#### IV.2.2. ANÁLISE COMPOSICIONAL

##### IV.2.2.1. ANÁLISE DO TEOR DE CARBONATO BIODETRÍTICO

O método de análise do teor de carbonato biodetrítico consiste no ataque das amostras com HCl, diluído a 10%, em quantidade suficiente para a eliminação do carbonato. A porcentagem de carbonato é obtida através da pesagem do material seco, antes e após o ataque. A solubilização de outros materiais que não o carbonato biodetrítico pode ser considerada desprezível com relação à precisão obtida pelo método ( $\pm 1,0\%$  de carbonatos).

A análise foi efetuada nas 153 amostras coletadas e os resultados encontram-se na TABELA IX.

Face à extrema variação obtida nas quantidades de carbonato biodetrítico, optou-se pela classificação adotada por Larssonneur et al. (1982), que divide os sedimentos em litoclásticos (<30% CaCO<sub>3</sub>), litobioclásticos (30% - 50% CaCO<sub>3</sub>), biolitoclásticos (50% - 70% CaCO<sub>3</sub>) e bioclásticos (>70% CaCO<sub>3</sub>).

O mapa de distribuição de conteúdo em carbonato



biodetrítico encontra-se na Figura 42.

De uma forma geral, os sedimentos da Bafa da Ilha Grande são classificados como litoclásticos. Áreas com sedimentos mais ricos em carbonato não podem ser relacionadas diretamente a nenhum tipo de sedimento, pois ocorrem tanto associadas a areias grossas quanto a lamas, devendo estar associadas a outras condições ambientais, do substrato ou da água do mar.

A composição da fração bioclástica nos sedimentos da Bafa da Ilha Grande é extremamente variada, sendo composta, basicamente, por conchas e fragmentos de conchas de bivalves e gastrópodes, fragmentos de ofiuróides, espículas de ouriços, fragmentos de colônias de briozoários e testas de foraminíferos. Nesse sentido, é digno de nota o contraste entre a riqueza faunística, e portanto os altos valores de conteúdo de  $\text{CaCO}_3$ , dos sedimentos do Canal Central, se comparados aos valores obtidos nas amostras da Porção Leste. Tais características indicam que ocorrem fenômenos ambientais diferenciados que permitam o estabelecimento de uma fauna bentônica mais rica e variada no Canal Central com relação à Porção Leste.

#### IV.2.2.2. ANÁLISE DO TEOR DE MATERIA ORGÂNICA

Segundo Kutner (1976), "a distribuição de matéria orgânica tem relação direta com o padrão de circulação da área, com a conformação topográfica do fundo e com a composição textural do sedimento". Para o autor, os resultados são semelhantes aos obtidos através do mapeamento granulométrico,

embora sejam mais precisos nos detalhes.

Para a obtenção do teor de matéria orgânica dissolvida nos sedimentos da Bafa da Ilha Grande foi empregado o método de oxidação por água oxigenada a 30%, sobre placa aquecida, conforme descrito em Gross (1971). A quantidade de matéria orgânica, revertida em porcentagem, corresponde à diferença de peso do material antes e após o ataque. Segundo Navarra *et al.* (1980), a precisão das análises pelo método empregado é de  $\pm 0,1\%$  em peso de matéria orgânica.

Foram feitas análises em 44 amostras (TABELA X), localizadas na Porção Oeste, no Canal Central e na plataforma continental. Não foram feitas análises nos sedimentos da Porção Leste, uma vez que o caráter essencialmente arenoso desses sedimentos não permite a acumulação de matéria orgânica dissolvida.

Por outro lado, uma grande deficiência que ocorre nos estudos de teor de matéria orgânica diz respeito à comparação de valores obtidos através de diferentes métodos. O método de análise por ignição, por exemplo, fornece valores sensivelmente superiores a outros métodos analíticos uma vez que promove também a queima parcial de carbonatos, bem como a retirada de água de cristalização de argilas.

Outro método bastante empregado na análise de sedimentos consiste na titulação do carbono orgânico por dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) (Gross, *op.cit.*). Segundo Navarra *et al.* (*op.cit.*), os valores obtidos através desse método têm relação direta com os obtidos através do método de oxidação, através do emprego do fator de multiplicação 1,8.

Nesse sentido e, tendo em vista a normalização dos dados, foram efetuadas análises de titulação em 9 amostras (TABELA X). Da comparação dos valores obtidos nestas análises, estabelecemos um fator de 1,90, com um coeficiente de correlação de 0,97.

Através dos teores de matéria orgânica obtidos é possível verificar uma nítida diferenciação entre os sedimentos da Porção Oeste com relação aos do Canal Central.

Na Porção Oeste é possível verificar uma tendência de aumento no conteúdo de matéria orgânica do centro da área para as regiões litorâneas mais abrigadas. A área de ligação entre a Porção Oeste e a plataforma apresenta valores nulos de matéria orgânica indicando condições de movimentação sobre o fundo.

No extremo oeste da área (Enseada de Parati), os conteúdos de matéria orgânica obtidos foram mais altos. Esse caráter redutor é resultante das fracas condições de movimentação de fundo que predominam na área.

Os sedimentos do Canal Central exibem valores de conteúdo de matéria orgânica consideravelmente mais altos (1,0% a 2,5% M.O.), confirmando estar a área sujeita a pouca movimentação.

De uma forma geral, na Baía da Ilha Grande os teores de matéria orgânica são diretamente proporcionais às quantidades de argila nos sedimentos, não havendo grandes diferenças entre as conclusões obtidas pela interpretação de uma ou outra análise.

#### IV.2.2.3. ANÁLISE DOS CONSTITUINTES NA FRAÇÃO GROSSEIRA (0,500MM)

A grande ênfase dada à caracterização textural dos sedimentos na interpretação de ambientes levou Shepard e Moore (1954) a propor a utilização, nos estudos de sedimentos recentes, de uma técnica de identificação dos constituintes da fração grosseira (>0,062 mm) como subsídio para a distinção desses ambientes.

A técnica consiste na observação, em lupa binocular, dos principais constituintes na fração grosseira e da estimativa da quantidade relativa desses constituintes.

Para a Baía da Ilha Grande, foram identificados os constituintes da fração 0,500 mm, de 50 amostras de superfície de fundo, conforme proposta do Geological Survey of Japan (1978, 1981) para os mapas sedimentológicos da plataforma continental japonesa. A escolha dessa fração prende-se à variabilidade dos constituintes biogênicos na fração, permitindo uma rápida identificação e diferenciação de conjuntos com características distintas, bem como a uma avaliação da natureza dos sedimentos terrígenos transportados por tração.

Em cada amostra foram contados cerca de 200 grãos, identificados os constituintes e estabelecidas as porcentagens de terrígenos (quartzo, quartzo limonitizado, minerais pesados, outros fragmentos) e biogênicos (fragmentos de conchas, conchas de moluscos, testas de foraminíferos, fragmentos de animais, outros constituintes).

A TABELA XI apresenta as quantidades relativas de cada constituinte nas 50 amostras.

Da análise dos dados é possível observar algumas

características diferenciáveis nos sedimentos de fundo da baía.

A primeira característica de destaque refere-se à grande diferença nas quantidades relativas de constituintes terrígenos e biogênicos nas porções Leste e Oeste da baía.

Na Porção Leste é importante notar a presença de grãos de quartzo limonitizados, indicativos de condições oxidantes e, possivelmente de exposição sub-aérea pretérita. Nessa área também foram observados foraminíferos e moluscos limonitizados, os quais, segundo comunicação oral do Prof. Dr. Setembrino Petri, que observou o mesmo fenômeno na foz do Rio Doce, são indicativos de equilíbrio sedimentar, não ocorrendo deposição e tampouco erosão de sedimentos atuais. Tais dados são fundamentais para caracterizar os sedimentos da Porção Leste da Baía da Ilha Grande como relíquias ou, provavelmente palimpsestos, conforme a definição de McManus (1975).

Os sedimentos da Porção Oeste contêm maiores quantidades de constituintes biogênicos, principalmente fragmentos de conchas, embora eventualmente ocorram fragmentos de colônias de briozoários ou foraminíferos em abundância.

Na Porção Oeste é digna de nota a ocorrência de amostras com grandes quantidades de foraminíferos. Estes não se encontram limonitizados, entretanto suas dimensões (>0,500 mm) não são comuns, comparando-se com a fauna observada em áreas próximas (Suguió et al., 1978, Eichler, 1982). Nesse caso podem ser lançadas duas hipóteses: a) transporte diferenciado e concentração de organismos maiores, que penetram na baía através de correntes de fundo; b) características

ecológicas de fundo que tenham permitido o crescimento anormal de foraminíferos. Os foraminíferos pertencem, em sua maioria à família *Milliolidae*, da qual predominam espécimes dos gêneros *Pyrgo* e *Quinqueloculina*.

Nas amostras do Canal Central analisadas (amostras 86 e 87), verifica-se alta incidência de fragmentos de animais, notadamente fragmentos de ofiuróides, encontrados quase que exclusivamente na área.

Pelos resultados alcançados verificamos ser fundamental a utilização de técnicas de observação dos constituintes nos sedimentos, uma vez que estas permitem uma diferenciação de ambientes baseada em características ecológicas, que eventualmente são muito mais sensíveis que variações texturais dos sedimentos, porque dependem também de outros parâmetros ambientais.

#### IV.2.2.4. IDENTIFICAÇÃO DE ASSEMBLEIAS DE MINERAIS PESADOS

Os minerais pesados de um sedimento terrígeno consistem de todos os grãos clásticos com peso específico superior a 2,9 g/cm<sup>3</sup> (Carver, 1971). A identificação de assembleias de minerais pesados permite inferir hipóteses sobre a fonte de material detrítico e sobre o grau de maturidade dos sedimentos.

O processo de separação utilizado consiste na decantação dos minerais pesados em bromofórmio (CHBr<sub>3</sub>), conforme metodologia descrita por Carver (op.cit.).

As amostras, num total de 29, foram divididas em duas frações, areia fina (0,250mm a 0,125mm) e areia muito fina (0,125mm a 0,062mm), sendo feita a separação. Os minerais

separados foram colocados sobre lâminas, com líquido de índice de refração 1,54, nas quais foi feita, em função das características das amostras, a identificação e contagem de, pelo menos, 100 grãos transparentes não micáceos.

As TABELAS XII e XIII apresentam os resultados das análises nas frações areia fina e areia muito fina, respectivamente.

Dos resultados obtidos nas análises na fração areia fina verifica-se que 12 minerais (Cianita, Epidoto, Estauroлита, Fibrolita, Granada, Hiperstênio, Hornblenda, Sillimanita, Titanita, Tremolita, Turmalina e Zircão) aparecem em, pelo menos, 50% das amostras analisadas. Oito (8) minerais (Fibrolita, Granada, Hornblenda, Sillimanita, Titanita, Tremolita, Turmalina e Zircão) estão presentes em, pelo menos, 75% das amostras analisadas.

Segundo a classificação de Coutinho & Coimbra (1974) os minerais Hornblenda, Sillimanita e Turmalina podem ser considerados abundantes (10% a 50% na média das amostras analisadas).

A maturidade dos sedimentos, interpretada a partir do índice ZTR (Coutinho & Coimbra, *op.cit.*, Coimbra, 1976), revela que o conjunto das amostras analisadas é constituído por sedimentos imaturos, com índice ZTR variável entre 3 e 44. Existe uma tendência ao aumento do índice ZTR nos sedimentos da Porção Leste, fato este que pode estar relacionado à remoção de minerais menos estáveis durante o processo regressivo, quando a área, emersa, esteve sujeita a uma maior ação do intemperismo.

A baixa maturidade dos sedimentos é também atestada pela abundância de minerais metaestáveis (Hornblenda e Granada) e moderadamente estáveis (Epidoto, Estauroлита e Sillimanita).

Com relação a áreas-fonte, os principais tipos minerais (Hornblenda, Sillimanita, Estauroлита, Epidoto, Granada, Turmalina e Zircão) sugerem que as principais fontes fornecedoras de sedimentos são constituídas pelas rochas metamórficas de alto grau do Complexo Costeiro bem como pelos corpos graníticos brasileiros, litologias que se distribuem por toda a área emersa adjacente à Baía da Ilha Grande.

Por outro lado, a presença de grãos arredondados de Zircão e Turmalina (TIPO 1, Coimbra, 1983), ao lado de grãos euhedrais, permite supor a contribuição de sedimentos retrabalhados, originários da plataforma continental e transportados durante o processo transgressivo.

Outros minerais que podem ser indicadores de rochas fonte, encontrados nas amostras, são os Hiperstênios, característicos de associações charnoquíticas, e as Perowskitas, provenientes de rochas básico-alcálinas, possivelmente os diques de rochas básicas insaturadas que cortam as litologias pré-cambrianas.

Os resultados obtidos nas análises na fração areia muito fina indicam que 11 minerais (Cianita, Epidoto, Estauroлита, Granada, Hiperstênio, Hornblenda, Rutilo, Sillimanita, Tremolita, Turmalina e Zircão) estão presentes em, pelo menos 50% das amostras analisadas. Dez (10) minerais (Cianita, Epidoto, Estauroлита, Granada, Hornblenda, Rutilo, Sillimanita, Tremolita, Turmalina e Zircão) estão presentes em pelo menos 75% das



amostras analisadas.

Apenas os minerais Epidoto, Hornblenda e Zircão podem ser considerados abundantes (10% a 50% das amostras analisadas).

O índice ZTR, obtido através das amostras da fração areia muito fina apresentou valores sensivelmente superiores, se comparados aos obtidos na fração areia fina, variando entre 10 e 82. Esse aumento nos valores deve-se à concentração do mineral Zircão nas frações mais finas dos sedimentos (Pettijohn, 1975). Entretanto, de uma forma geral, os sedimentos podem ser considerados mineralogicamente imaturos, uma vez que predominam os minerais metaestáveis e moderadamente estáveis sobre os minerais estáveis.

As assembléias mineralógicas observadas confirmam a multiplicidade de áreas fonte (rochas metamórficas de alto grau, granitos e sedimentos retrabalhados da plataforma continental). Por outro lado, a identificação de turmalinas azuis e monazita, bem como a presença de topázio e cassiterita em sedimentos praias da área, sugerem a contribuição de rochas pegmatíticas (Hubert, 1971), possivelmente a partir de corpos pequenos, não mapeados na região.

## V. CONCLUSOES

### V.1. CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS E SEDIMENTOLOGICAS DOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA BAIJA DA ILHA GRANDE

A Baía da Ilha Grande pode ser subdividida fisiograficamente em três unidades: Porção Oeste, Porção Leste e Canal Central, com características batimétricas próprias e cuja configuração topográfica de fundo foi moldada a partir do máximo regressivo do Pleistoceno Superior (18.000 anos A.P.).

Os sedimentos de superfície de fundo da baía agrupam-se em, pelo menos, quatro grupos distintos, apresentando forte associação com as unidades fisiográficas descritas acima, a saber: areias médias e grossas da Porção Leste, lamas do Canal Central e das áreas embafadas, areias finas da Porção Oeste e plataforma continental, e termos mistos, representativos da transição entre as areias finas e os sedimentos pelíticos.

Os sedimentos da Porção Leste são constituídos por areias médias e grossas, essencialmente quartzosas, cobertas por limonita. E também observada a presença de foraminíferos e moluscos preenchidos por limonita. Texturalmente são sedimentos imaturos, possuindo baixo índice de arredondamento e características superficiais de retrabalhamento incipiente. Mineralogicamente, a presença em abundância de minerais meta-estáveis indica a imaturidade dos sedimentos da área.

Os sedimentos de fundo da Porção Leste, por suas características texturais e composicionais, podem ser caracterizados como relíquias, tendo sido depositados, possivelmente durante o evento regressivo do Pleistoceno Superior.

O fundo do Canal Central é coberto, predominantemente por sedimentos pelíticos, com pequenas quantidades de areia. A área apresenta condições redutoras, resultantes de baixa movimentação de fundo.

Os sedimentos do Canal Central podem ser caracterizados como atuais ("neotéricos" na classificação de McManus, 1975) e sua deposição é resultante da decantação de partículas em suspensão quando do encontro de frentes de maré, provenientes da Porção Leste e Porção Oeste da Baía.

Os sedimentos pelíticos das áreas abrigadas, Enseada de Parati e Baía da Ribeira apresentam características semelhantes as dos sedimentos do Canal Central. A deposição de material pelítico nessas baias está relacionada à dinâmica de baixa energia, característica dessas áreas abrigadas.

Na Porção Oeste os sedimentos constituem-se predominantemente por areias muito finas, com quantidades variáveis de material pelítico. De uma forma geral são sedimentos imaturos tanto textural quanto mineralogicamente, características indicativas de baixas condições de retrabalhamento.

Por outro lado, as areias finas da Porção Oeste são textural e composicionalmente semelhantes aos sedimentos da plataforma continental interna adjacente, sugerindo serem as primeiras resultantes do transporte de sedimentos para o interior da baía, durante o evento transgressivo holocênico. Nesse aspecto, os termos arenosos com maiores quantidades de lama podem ser interpretados como resultantes da agregação de sedimentos

pelíticos às areias transgressivas ("sedimentos anfotéricos" de McManus, *op.cit.*).

A origem dos sedimentos é de natureza variada, apresentando uma maior contribuição de rochas metamórficas de alto grau do Complexo Costeiro, cujas litologias encontram-se expostas nas áreas emersas adjacentes à baía. Em menor escala, os diques de rochas básicas e corpos pegmatíticos, bem como sedimentos da plataforma continental contribuíram como rochas-fonte dos sedimentos da Baía da Ilha Grande.

As características conjuntas dos sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande tornam necessário o estabelecimento de um modelo de evolução sedimentar para a área a partir do máximo regressivo de 18.000 anos A.P.

## V.2. EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DA BAIÁ DA ILHA GRANDE NOS ÚLTIMOS 18.000 ANOS

Dentro do contexto de variações do nível do mar na costa brasileira nos últimos 18.000 anos, é possível identificar, Baía da Ilha Grande, cinco eventos de destaque, responsáveis pela evolução sedimentar da área.

Primeiro Evento (18.000 anos A.P.). Toda a superfície da atual Baía da Ilha Grande encontrava-se emersa. A linha de costa encontrava-se em cotas pelo menos 90 metros abaixo do nível atual. Na Porção Leste desenvolvia-se extensa planície costeira, constituída por sedimentos grosseiros, formada durante o processo regressivo.

A principal rede de drenagem era formada por um rio, proveniente da atual Baía de Sepetiba que, condicionado pelo

alinhamento das estruturas geológicas na área, atravessava a Porção Leste da baía, seguia pelo Canal Central e penetrava na Porção Oeste, onde infletia para sul, dirigindo-se para o oceano

Segundo Evento (11.000 - 10.000 anos A.P.). Nesse período o nível do mar encontrava-se, possivelmente, cerca de 45 metros abaixo do nível atual. Nessa situação, a Porção Oeste encontrava-se parcialmente submersa, ocorrendo o progressivo afogamento da drenagem anteriormente estabelecida. A continuação do processo permitiu o aporte de areias transgressivas para o interior da baía. Nesse período a Porção Leste encontrava-se ainda emersa.

Terceiro Evento ( 8.000 anos A.P.). No período em que o nível do mar encontrava-se cerca de 20 a 25 metros abaixo do atual iniciou-se o processo de submersão da Porção Leste da Baía da Ilha Grande. Esta área, condicionada pelas características fisiográficas e por processos dinâmicos diferenciados com relação ao evento anterior, não foi coberta por sedimentos transgressivos.

No Canal Central iniciou-se um processo de intensa erosão e formação das depressões isoladas, aprofundadas, pela ação de marés. Acreditamos que esse fenômeno persistiu até o máximo da transgressão holocênica, há cerca de 5.100 anos

Esse período, compreendido entre 10.000 e 5.100 anos A.P. é também caracterizado por uma velocidade maior de subida do nível do mar, com relação ao período anterior (18.000 a 10.000 anos A.P.)

Quarto Evento (5.100 anos A.P.). Durante o máximo

da transgressão holocênica, o mar encontrava-se cerca de 5 metros acima do nível atual, cobrindo a área hoje ocupada pelas pequenas planícies costeiras da área. Nesse período iniciou-se o processo de deposição de sedimentos pelíticos nas áreas abrigadas e no Canal Central. Neste último, o processo passou a ocorrer devido ao encontro de frentes de maré, provenientes das porções Leste e Oeste da Baía da Ilha Grande.

Quinto Evento (a partir dos últimos 2.500 anos). Com a estabilização do nível do mar em cotas próximas à atual, a linha de costa desenvolveu-se em configuração semelhante à presente e o padrão hidrodinâmico costeiro, similar ao atual, foi estabelecido.

Na Porção Leste, a ausência de aporte sedimentar significativo, seja da plataforma continental, seja das baias adjacentes, levou à manutenção de uma superfície relictiva sobre vasta área da baía, fato corroborado pela limonitização de foraminíferos, moluscos e grãos de quartzo. Essa área encontra-se em equilíbrio, não ocorrendo erosão ou deposição de sedimentos atuais, fato este resultante da manutenção de condições hidrodinâmicas bem definidas.

Na Porção Oeste continuou o processo de agregação de lamas às areias transgressivas, em ambiente de baixa energia, embora também de baixa disponibilidade de material sedimentar.

Os processos deposicionais limitam-se à sedimentação de materiais transportados em suspensão para áreas abrigadas, uma vez que a rede de drenagem não tem competência para contribuir com quantidades significativas de material arenoso. Outra fonte de material sedimentar, ainda que localizada, são os

movimentos de massa (deslizamentos) observáveis na área, de origem natural ou, mais recentemente, antrópica, que atuam como agentes de sedimentação acelerada em áreas próximas à costa.

No Canal Central manteve-se o processo de deposição de pelitos, ocasionado pelo encontro de frentes de maré, provenientes das porções Leste e Oeste.

De uma forma geral, a topografia de fundo, devido à ausência de aporte sedimentar atual em volumes significativos, reflete em sua conformação batimétrica, a topografia originada durante o último evento regressivo-transgressivo.

### **V.3 DINÂMICA DE FUNDO E SEDIMENTAÇÃO ATUAL**

Os trabalhos desenvolvidos, associados aos levantamentos preliminares executados anteriormente, permitem o estabelecimento de algumas conclusões parciais sobre os processos dinâmicos de fundo na Baía da Ilha Grande. Entretanto, dados mais conclusivos só serão obtidos a partir de séries de medições sinóticas sobre o fundo da baía, principalmente nas duas barras de entrada, de forma a estabelecer parâmetros que permitam avaliar taxas de aporte de material de fundo da plataforma continental para o interior da baía.

O fenômeno hidrodinâmico de maior destaque na sedimentação atual na Baía da Ilha Grande consiste na entrada simultânea de frentes de maré nas duas barras da baía. Esse fenômeno leva, na área de encontro das frentes, nos períodos de estofa, à quebra de energia e à deposição do material transportado em suspensão.

Na Porção Leste da baía, a ausência de aporte sedimentar significativo, bem como uma contínua movimentação de fundo, contribuem para a manutenção de extensa área onde não ocorre deposição de sedimentos atuais. Acreditamos que a ação de marés seja responsável por esse fenômeno, promovendo o represamento de águas a oeste, no Canal Central, e a leste, na Baía de Sepetiba, com a conseqüente decantação das partículas em suspensão, de forma que, em situação de vazante não há carga sedimentar em volume significativo a ser transportado e depositado na Porção Leste da Baía da Ilha Grande. A deposição de sedimentos atuais nessa área limita-se às regiões abrigadas, tais como a Baía de Mangaratiba e as Enseadas do Abraão e das Palmas.

Os mecanismos hidrodinâmicos de fundo na Porção Oeste são mais complexos, envolvendo a deposição de sedimentos pelíticos em áreas abrigadas e, possivelmente, o transporte de areias finas da plataforma continental para o interior da baía. Esse transporte pode estar associado à entrada de águas frias, provenientes de regiões mais profundas, fenômeno que se reflete também no aparecimento de foraminíferos de maior porte.

Na Enseada de Parati e Baía da Ribeira, áreas que por sua posição fisiográfica estão abrigadas de ação hidrodinâmica mais intensa, capaz de transportar sedimentos, ocorre processo de assoreamento. Entretanto, devido à ausência de descargas significativas de sedimentos atuais, esse processo ocorre de forma lenta.

A circulação de fundo na Porção Oeste se dá na forma de um giro com sentido horário. Na linha de costa esta



movimentação é responsável pela orientação das feições sedimentares.

No centro da Porção Oeste a existência de pequenos giros, associados à circulação geral da área, permite a deposição de material mais grosseiro em pontos localizados.

Os sedimentos de superfície de fundo da Baía da Ilha Grande refletem, além de mecanismos hidrodinâmicos diferenciados em cada unidade fisiográfica, uma complexa evolução sedimentar, marcada por eventos transgressivos e regressivos, com registro expressivo pelo menos a partir dos últimos 18.000 anos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. Bolm Div. Geol. Miner. Dep. Nac. Prod. Min., (241): 1-36.
1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. Anais da Acad. Bras. Ciênc., 48(supl.):15-26.
- ARGENTIERE, R. 1958. Ocorrência de monazita ao sul do estado do Rio. Eng. Miner. Metal. 28(163):23-26.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. 1978. Hipótese sobre a causa do tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil. In: Projeto REMAC. Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRAS-CENPES-DINTEP. p.75-88. (Série Projeto REMAC, n.4).
- BIGARELLA, J.J. 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. Arq. Biol. Tecnol., 1:75-112.
1954. Nota sobre os depósitos recentes do litoral sul-brasileiro. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 5(1/2):233-239.
- BITTENCOURT, A.C.S.P.; BRICHTA, A. & NAPOLI, E. 1974. A sedimentação na Baía de Aratu, Bahia. Revta brasil. Geociênc., 4(1):51-63.

CALLIARI, L.J. & ABREU, J.G.N. 1984. Litologia da plataforma continental interna adjacente a cidade do Rio Grande (RS), através da interpretação de registros de sonar de varredura lateral e amostragem superficial. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia. p.1553-1564.

CARVER, R.E. 1971. Heavy mineral separation. In: CARVER, R.E., ed. Procedures in sedimentary petrology. New York. Wiley-Interscience. p.453-498.

CLIMAP PROJECT MEMBERS. 1976. The surface of the ice-age earth. Science, 191(4232):1131-1137.

COIMBRA, A.M. 1976. Arenitos da Formação Bauru: estudo de áreas-fonte. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. Dissertação de Mestrado. 2 vol. Inédito.

1983. Estudo sedimentológico e geoquímico do permio-triássico da Bacia do Maranhão. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 2 vol. Inédito.

FURTADO, V.V.; TESSLER, M.G.; YAMAMOTO, M.F. & TODESCHINI, E. 1980. Dispersão dos sedimentos de superfície de fundo na plataforma continental interna do estado de São Paulo - Santos à Ilha Grande. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 31., Camboriu, 1980. Anais. Camboriu, Sociedade Brasileira de Geologia. vol.1,p.557-568.

- COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. 1974. Os pesados do Barreiras na costa oriental brasileira: estudo de áreas fonte. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28., Porto Alegre. Anais. Porto Alegre. 1974. Sociedade Brasileira de Geologia. vol.5, p.
- CREAGER, J.S. & STERNBERG, R.W. 1972. Some specific problems in understanding bottom sediment distribution and dispersal on the continental shelf. In SWIFT, D.J.P.; DUANE, D.B.; & PILKEY, O.H., ed. Shelf sediment transport: process and pattern. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross. p.347-361.
- CRUZ, O.; SUGUIO, K. & EICHLER, B.B. 1985. Sedimentação acelerada de pontais e barras arenosas na Enseada de Caraguatatuba, SP: causas naturais e artificiais. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 33(1):39-53.
- DOMINGUEZ, J.M.L. 1983. Evolução quaternária da planície costeira associada à foz do Rio Jequitinhonha (BA): influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea dos sedimentos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências. Inédito.
- EICHLER, B.B. 1982. Caracterização sedimentológica e algumas considerações sobre a ocorrência de foraminíferos na Enseada do Flamengo (Ubatuba), lat. 23 30'S - long. 45 06'W, estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 109 p. Inédito.

- EMERY, K.O. 1952. Continental shelf sediments off southern California. Bull. Geol. Soc. Am., 63:1105-1108.
- FOLK, R.L. 1966. A review of grain size parameters. Sedimentology, 6(2):73-93.
- & WARD, W.C. 1957. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. J. Sedim. Petrol., 27(1):3-27
- FULFARO, V.J. & PONÇANO, W.L. 1976. Sedimentação atual do estuário e baía de Santos: um modelo geológico aplicado a projetos de expansão da zona portuária. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1. Rio de Janeiro, 1976. Anais. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. vol,2, p.67-90.
- FURTADO, V.V. 1978. Contribuição ao estudo da sedimentação atual no Canal de São Sebastião. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 110 p. Inédito.
- ; TESSLER, M.G. & EICHLER, B.B. 1985. Sedimentação em regiões costeiras e plataforma continental de São Paulo. Relatório Convênio IOUSP/FINEP-PSRM. Inédito.
- GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN. 1978. Sedimentological map of offing of Hachinohe. 1:200.000. Marine Geology Map Series, 9.

- GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN. 1981. Sedimentological map off Mombetsu. 1:200.000. Marine Geology Map Series, 16.
- GROSS, M.G. 1971. Carbon determination. In: CARVER, R.E., ed. Procedures in sedimentary petrology. New York, Wiley-Interscience. p. 573 - 596.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. de; MIOTO, J.A. & MELO, M.S. 1982. Geologia, tectônica, geomorfologia e sismologia de interesse às usinas nucleares da Praia de Itaorna. Monogr. Inst. Pesq. Tecnol., S Paulo, (7):1-149.
- HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; BISTRICHI, C.A.; STEIN, D.P.; GALVÃO, C.A.C.F.; GIMENEZ, A.F.; ALMEIDA, M.A.; PIRES NETO, A.G.; MELO, M.S. & SANTOS, M.C.S.R. 1978. Geologia da região administrativa 3 (Vale do Paraíba) e parte da região administrativa 2 (Litoral) do estado de São Paulo. Monogr. Inst. Pesq. Tecnol., S Paulo, (1):1-78.
- HUBERT, J.F. 1971. Analysis of heavy-mineral assemblages. In: CARVER, R.E., ed. Procedures in sedimentary petrology. New York, Wiley-Interscience. p.453-478.
- IKEDA, Y. 1977. Influências sazonais nas propriedades oceanográficas em grande, média e pequena escalas, de Cabo Frio - RJ a Cananéia - SP, baseadas nos dados obtidos pelo N/Oc. "Prof. W. Besnard" e Satélite NOAA/4. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico. 83p. Inédito.

IKEDA, Y. & STEVENSON, M.R. 1980. Determination of circulation and short period fluctuation at Ilha Grande Bay (RJ) - Brazil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 29(1):89-98.

1982. Seasonal characteristics of hidrography, turbulence, and dispersion near Ilha Grande (RJ), Brazil, based on R/V "Prof. W. Besnard" data. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 31(1):11-32.

JOHNSON, R.A. & WICHERN, D.W. 1982. Applied multivariate statistical analysis. Englewood Cliffs, Prentice Hall. 594p.

KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. 1979. Evidence of Late Quaternary sea level fluctuations on the upper Brazilian continental margin: a synthesis. In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo, 1978. Proceedings. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia. p.170-192.

; COSTA, M.P.A.; VICALVI, M.A.; COUTINHO, M.G.N. & GAMBOA, L.A.P. 1977. Modelo de sedimentação holocênica na plataforma continental sul-brasileira. In: Projeto REMAC. Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude do sul do Brasil. Rio de Janeiro, PETROBRAS-CENPES-DINTEP. P.7-26. (Série Projeto REMAC, n.2)

KRUMBEIN, W.C. & SLOSS, L.L. 1963. Stratigraphy and sedimentation. 2nd ed. San Francisco, W.H..Freeman. 590p.

KUENEN, P.H. 1950. Marine geology. New York, John Wiley. 568p.

KUTNER, A.S. 1962. Granulometria dos sedimentos de fundo da região de Cananéia, SP. Bolm Soc. brasil. Geol., 11(2):41-54.

1963. Levantamento oceanográfico meteorológico da Enseada do Mar Virado, Ubatuba, estado de São Paulo. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, sér. Oceanogr. fis., (5):26-40.

1976. Levantamentos sedimentológicos de apoio na pesquisa e reconhecimento de áreas portuárias. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1., Rio de Janeiro, 1976. Anais. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. vol.2, p.47-65.

LARSONNEUR, C.; BOUYASSE, P. & AUFFRET, J.P. 1982. The superficial sediments of the English Channel and its western approaches. Sedimentology, 29(6):851-864.

LEGENDRE, L. & LEGENDRE, P. 1983. Numerical ecology. Amsterdam, Elsevier. 419p.

MAGLIOCCA, A. & KUTNER, A.S. 1965. Sedimentos de fundo da Enseada do Flamengo. Contrções Inst. oceanogr., sér. Oceanogr. fis., (8):1-15



MARTIN, L.; FLEXOR, J.M.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & DOMINGUEZ, J.M.L. 1984. Registro do bloqueio da circulação atmosférica meridiana na geometria dos cordões litorâneos da costa brasileira. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia. p.133-138.

; BLITSKOW, D. & SUGUIO, K. 1985. Geoid change indications along the brazilian coast during the last 7,000 years. In: Coral Reef Congress, 5., Tahiti, 1985. Proceedings. Tahiti, INQUA, vol.3, p.85-90.

& SUGUIO, K. 1978. Excursion route along the coastline between the town of Cananéia (state of São Paulo) and Guaratiba outlets (state of Rio de Janeiro). In: International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary, São Paulo, 1978. Proceedings. São Paulo, vol.2.

; FLEXOR, J.M.; TESSLER, M.G. & EICHLER, B.B. 1985. Roundness in holocene sands of the Paraíba do Sul coastal plain: Rio de Janeiro, Brazil. J. Cstl Res., 1(4):343-351.

MARTINS, L.R.; MELO, U.; FRANÇA, A.M.C.; SANTANA, I. & MARTINS, I.R. 1972. Distribuição faciológica da margem continental sul-riograndense. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26., Belém, 1972. Anais. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia. vol.2, p.115-132

- MATSUURA, Y. 1975. A study of surface currents in the spawning area of Brazilian sardine. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 24:31-44.
- McMANUS, D.A. 1975. Modern versus relict sediment on the continental shelf. Bull. Geol. Soc. Am., 86(8):1154-1160.
- MILLIMAN, J.D. & EMERY, K.O. 1968. Sea levels during the past 35,000 years. Science, 162:1121-1123.
- MIRANDA, L.B.; IKEDA, Y.; CASTRO FILHO, B.M. & PEREIRA FILHO, N. 1977. Note on the occurrence of saline fronts in the Ilha Grande (RJ) region. Bolm Inst. oceanogr. S Paulo, 26(2):249-256.
- NAVARRA, C.T.; FURTADO, V.V.; EICHLER, B.B. & PRADO, O.R. 1980. Distribuição da matéria orgânica nos sedimentos marinhos costeiros e nos solos hidromórficos da orla litorânea do estado de São Paulo. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 29(2):267-270.
- ONODERA, K. & OHSHIMA, K. 1983. Geomorphological development in the eastern Seto Inland Sea. Bull. Geol. Surv. Japan, 34(5):217-239.
- OPEN UNIVERSITY. 1978. Oceanography. Science: a third level course. Units 11-12: Sediments. Walton Hall, Open University Press, 1978, vol.5.
- PASSEGA, R. 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. J. Sedim. Petrol., 34(4):830-847.

PETTIJOHN, E.J. 1975. Sedimentary rocks. 3rd ed. New York, Harper & Row. 628 p.

PILKEY, O.H.; MORTON, R.W. & LUTERNAUER, J. 1967. The carbonate fraction of beach and dune sands. Sedimentology, 8(4):311-327.

PLA, L.E. 1986. Analisis multivariado: metodo de los componentes principales. Washington, D.C., Organizacion de los Estados Americanos. 90p. (Serie de Matematica, Monografia no. 27.).

PONÇANO, W.L. 1976. Sedimentação atual na Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro: contribuição a avaliação de viabilidade geotécnica da implantação de um porto. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 2vol. Inédito.

1985. Sedimentação atual aplicada a portos no Brasil. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 278p. Inédito.

1986. Sobre a interpretação ambiental de parâmetros estatísticos granulométricos: exemplos de sedimentos quaternários da costa brasileira. Revta brasil. Geociênc., 16(2):157-170.

PONÇANO, W.L. & FULFARO, V.J. 1976. Sedimentação atual nas adjacências da Ponta de Itaipu, e Baía de Santos: implicações na escolha de locais de lançamento de material dragado. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1., Rio de Janeiro, 1976. Anais. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, vol.2, p.91-110.

; GIMENEZ, A.F.; FULFARO, V.J. 1976. Sedimentação atual na Baía de Sepetiba, estado do Rio de Janeiro: contribuição à avaliação de viabilidade geotécnica da implantação de um porto. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 1., Rio de Janeiro, 1976. Anais. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, vol.2, p.111-139.

POSTMA, H. 1967. Sediment transport and sedimentation in the estuarine environment. In: LAUFF, G.H., ed. Estuaries. Publs Am. Ass. Advmt Sci., (83):158-179

SHEPARD, F.P. 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. J. Sedim. Petrol. 24(3):151-158

SIGNORINI, S.R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba. Part I. A survey of the circulation based on experimental field data. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 29(1):41-55.

SIGNORINI, S.R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba. Part II. An assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 29(1):57-68.

SUGUIDO, K. 1973. Introdução à sedimentologia. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP, 317 p.

& MARTIN, L. 1978. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: International Symposium on Coastal evolution in the Quaternary, São Paulo, 1978. São Paulo, Sociedade Brasileira de Geologia, Spec. Publ., (1):1-55.

1981. Progress in research on Quaternary sea level changes and coastal evolution in Brazil. Symposium: Variations in sea level in the last 15,000 years, magnitude and causes. Preprint. 30p.

; VIEIRA, E.M.; BARCELOS, J.H. & SILVA, M.S. 1979. Interpretação ecológica dos foraminíferos de sedimentos modernos da Baía de Sepetiba e adjacências, Rio de Janeiro. Revta brasileira Geociênc., 9(4):233-247.

SWIFT, D.J.P.; STANLEY, D.J. & CURRAY, J.R. 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. J. Geol. 79:322-346.

- TESSLER, M.G. 1982. Sedimentação atual na região lagunar de Cananéia-Iguape, estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências. 110p. Inédito.
- TOMMASI, L.R. 1969. Os Ophiuroidea da região da Ilha Grande, estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Inédito.
- ; VALENTE, M.T.M. & ACEDO, R. 1972. Cephalochordata da região da Ilha Grande (RJ). Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 21(único):149-162.
- VICALVI, M.A., COSTA, M.P.A., KOWSMANN, R.O. 1978. Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental leste brasileira. Bolm Técn. Petrobrás, 21(4):279-286.
- VISHER, G.S. 1969. Grain size distributions and depositional processes. J. Sedim. Petrol. 39(3):1074-1106.
- Von SPERLING, E. & BALTAZAR, O.F. 1983. Projeto carta geológica do estado do Rio de Janeiro. Folhas Mangaratiba, Ilha Grande, Cunhambebe, Angra dos Reis, Rio Mambucaba/Campos de Cunha, Parati, Cunha, Picinguaba e Juatinga. Relatório final, vol.1., DRM-CPRM, Belo Horizonte. 122p.

ZEMBRUSCKI, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul-brasileira e das bacias oceânicas adjacentes. In: Projeto REMAC. Geomorfologia da margem continental brasileira e das áreas adjacentes (relatório final). Hernani A. F. Chaves, ed. Rio de Janeiro, PETROBRAS-CENPES-DINTEP. p.129-177. (Série Projeto REMAC, n.7)

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO OCEANOGRÁFICO**

**CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SEDIMENTOS. DE SUPERFÍCIE DE  
FUNDO DA BAÍA DA ILHA GRANDE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Volume II  
ILUSTRAÇÕES E TABELAS**

**Michel Michaelovitch de Mahiques**

**Dissertação apresentada ao Instituto Oceanográfico  
da Universidade de São Paulo, para a obtenção  
do Título de Mestre em Oceanografia Física**

**Orientador: Dr. Valdenir Veronese Furtado**

**SÃO PAULO  
1987**



## SUMARIO

## VOLUME I

## TEXTC

AGRADECIMENTOS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. Introdução.....	1
1.1. Contexto Histórico.....	1
1.2. Objetivo e Area de Estudo.....	4
1.3. Variações do Nível do Mar, Distribuição e Dispersão de Sedimentos nas Plataformas Continentais.....	4
II. A Bafa da Ilha Grande no Contexto Geológico-Geomorfológico do Litoral Sudeste do Brasil.....	10
II.1. Evolução Geológica Regional.....	10
II.1.1. Unidades Litológicas das Areas Emersas Adjacentes à Bafa da Ilha Grande.....	11
II.2. Fisiografia.....	14
II.2.1. Batimetria.....	16
II.2.2. Ação de Marés e a Formação de Depressões Isoladas em Regiões Costeiras do Sudeste do Brasil.....	17
III. Hidrodinâmica.....	19
III.1. Considerações Iniciais.....	19
III.2. Conhecimento Prévio.....	20
III.3. Estação Fixa de Correntometria.....	21
IV. Caracterização Sedimentológica.....	23
IV.1. Amostragem.....	23
IV.2. Análise das Amostras.....	23
IV.2.1. Análises Texturais.....	24

IV.2.1.1. Análise Granulométrica.....	24
IV.2.1.1.a. Distribuição de Classes Modais.....	26
IV.2.1.1.b. Classificação Textural dos Sedimentos Segundo Shepard (1954).....	29
IV.2.1.1.c. Distribuição da Fração Argila.....	30
IV.2.1.1.d. Distribuição da Fração Areia e Grânulo.....	32
IV.2.1.1.e. Classificação Segundo os Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (1957).....	34
IV.2.1.1.e.1. Diâmetro Médio.....	34
IV.2.1.1.e.2. Grau de Seleção.....	36
IV.2.1.1.f. Análise dos Componentes Principais.....	37
IV.2.1.2. Análise Morfométrica e de Textura Superficial de Grãos de Quartzo.....	42
IV.2.2. Análise Composicional.....	46
IV.2.2.1. Análise do Teor de Carboneto Biódetrítico.....	46
IV.2.2.2. Análise de Conteúdo em Matéria Orgânica.....	47
IV.2.2.3. Análise dos Constituintes na Fração Grosseira (0.500mm).....	50
IV.2.2.4. Identificação de Assembléias de Minerais Pesados.	52
V. Conclusões.....	56
V.1. Características Fisiográficas e Sedimentológicas dos Sedimentos de Fundo da Baía da Ilha Grande.....	56
V.2. Evolução Sedimentar da Baía da Ilha Grande nos Últimos 18.000 Anos.....	58
V.3. Dinâmica de Fundo e Sedimentação Atual.....	61
VI. Referências Bibliográficas.....	64

## VOLUME II

## ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	1
Figura 2.	Variações relativas do nível médio do mar nos últimos 7000 anos na Baía da Ilha Grande (segundo Suguio & Martin, 1981).....	2
Figura 3.	Possível evolução tectono-magmática da borda continental da Bacia de Santos (segundo Almeida, 1976).....	3
Figura 4.	Formações quaternárias do litoral paulista e sul fluminense (segundo Suguio & Martin, 1978)..	4
Figura 5.	Principais unidades litológicas das áreas emersas adjacentes à Baía da Ilha Grande.....	5
Figura 6.	Compartimentação fisiográfica da Baía da Ilha Grande.....	6
Figura 7.	Mapa batimétrico da Baía da Ilha Grande.....	7
Figura 8.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Oeste da Baía da Ilha Grande....	8
Figura 9.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central da Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Oeste.....	9
Figura 10.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central de Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Leste.....	10
Figura 11.	Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Leste da Baía da Ilha Grande....	11
Figura 12.	Aporte de energia para a plataforma continental (segundo Swift et al., 1971).....	12

Figura 13.	Localização da estação fixa de correntometria....	13
TABELA I.	Resumo dos dados obtidos na estação fixa de correntometria.....	14
Figura 14.	Distribuição dos sentidos das correntes de superfície.....	15
Figura 15.	Distribuição dos sentidos das correntes de fundo.....	16
Figura 16.	Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidade crítica de transporte de sedimentos (segundo Open University, 1978).....	17
Figura 17.	Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidades críticas de erosão, transporte e deposição de sedimentos (segundo Postma, 1967, apud Suguio, 1980).....	17
TABELA II.	Posição das estações de coleta de sedimentos de superfície de fundo.....	18
Figura 18.	Localização das estações de coleta de sedimentos de superfície de fundo.....	21
TABELA III.	Frequências de classes texturais.....	22
TABELA IV.	Classificação de Shepard (1954).....	25
TABELA V.	Parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) e Número de Classes Texturais.....	28
Figura 19.	Distribuição de classes modais.....	anexo
Figura 20.	Distribuição dos sedimentos segundo Shepard (1954).....	31
Figura 21.	Distribuição da fração argila.....	32

Figura 22.	Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração argila na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.....	33
Figura 23.	Distribuição da fração areia e grânulo.....	34
Figura 24.	Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração areia e grânulo na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.....	35
Figura 25.	Distribuição dos sedimentos segundo o diâmetro médio.....	36
Figura 26.	Distribuição dos sedimentos segundo o grau de seleção.....	37
TABELA VI.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 1o. conjunto de dados.....	38
TABELA VII.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 2o. conjunto de dados.....	39
TABELA VIII.	Autovalores, autovetores e fatores de carga dos componentes principais do 3o. conjunto de dados.....	40
Figura 27.	Distribuição das amostras segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 11 variáveis.....	41
Figura 28.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 11 variáveis).....	42

Figura 29.	Distribuição das amostras segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 8 variáveis.....	43
Figura 30.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 8 variáveis).....	44
Figura 31.	Distribuição das amostras, segundo as duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 18 variáveis.....	45
Figura 32.	Caracterização dos sedimentos segundo os dois primeiros componentes principais (conjunto de 18 variáveis).....	46
Figura 33.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,125 mm.....	47
Figura 34.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,062 mm.....	48
Figura 35.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,125 mm.....	49
Figura 36.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,062 mm.....	50
Figura 37.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,125 mm.....	51
Figura 38.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,062 mm.....	52
Figura 39.	Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,500 mm.....	53
Figura 40.	Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,500 mm.....	54

Figura 41.	Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,500 mm.....	54
TABELA IX.	Teor de carbonato biodetrítico.....	55
Figura 42.	Distribuição do teor de carbonato biodetrítico...	56
TABELA X.	Teor de matéria orgânica.....	57
TABELA XI.	Frequência relativa dos constituintes na fração 0,500 mm.....	58
TABELA XII.	% de minerais pesados na fração areia fina.....	59
TABELA XIII.	% de minerais pesados na fração areia muito fina.....	61

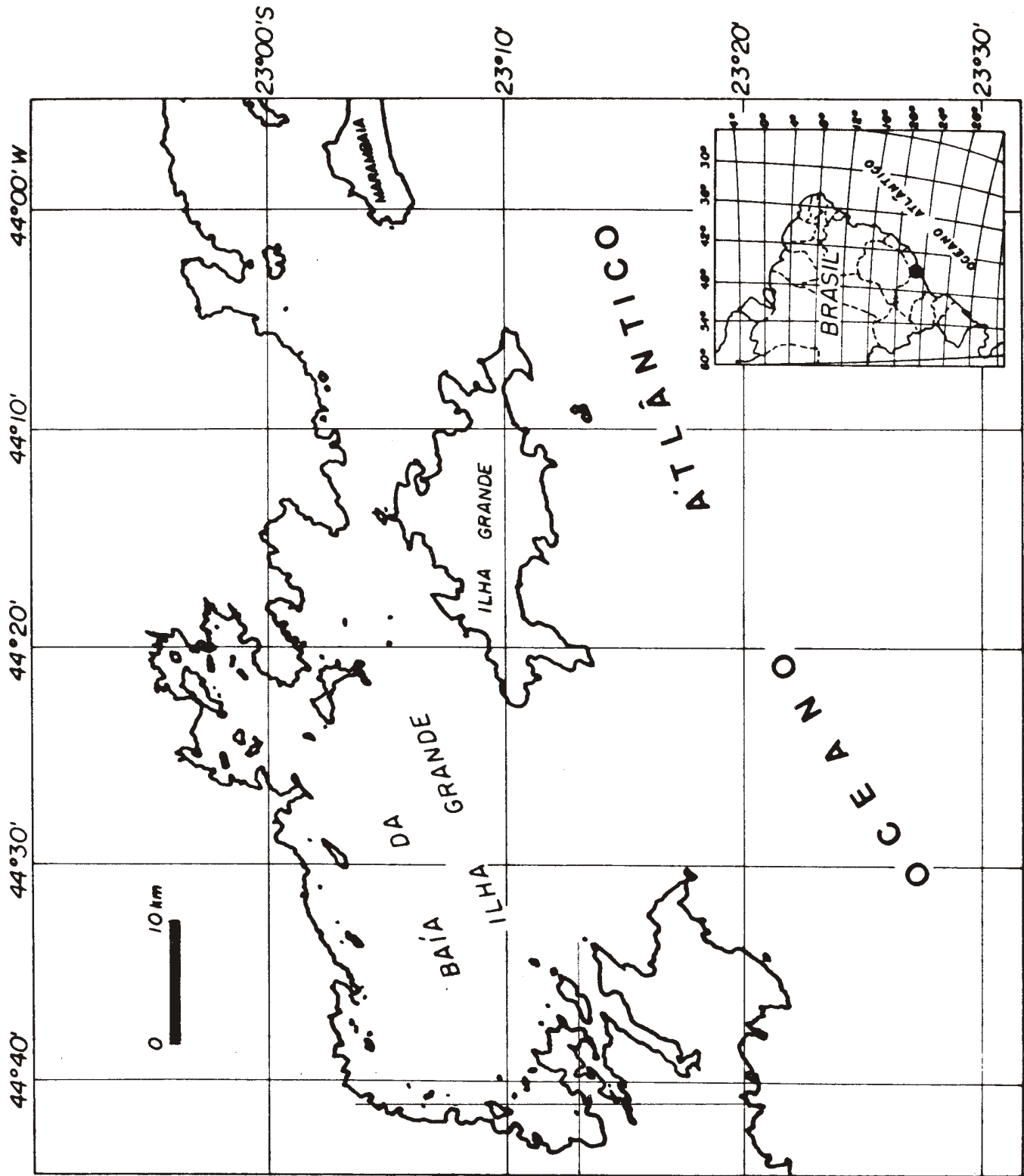


Figura 1. Localização da área de estudo.



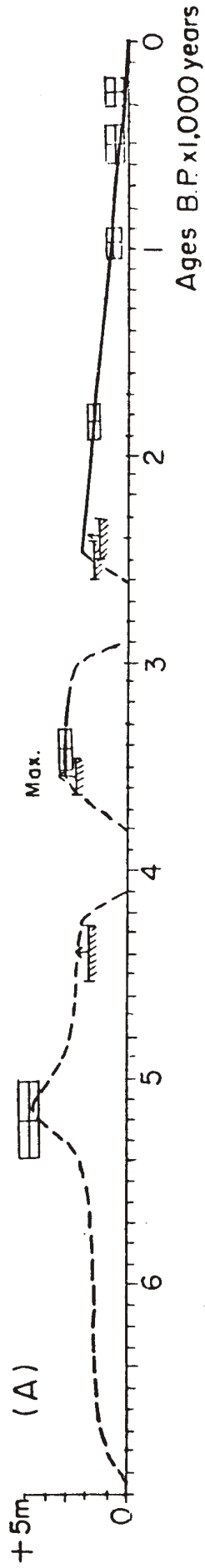


Figura 2. Variações relativas do nível médio do mar nos últimos 7000 anos na Baía da Ilha Grande (Segundo Suguio e Martin, 1981)

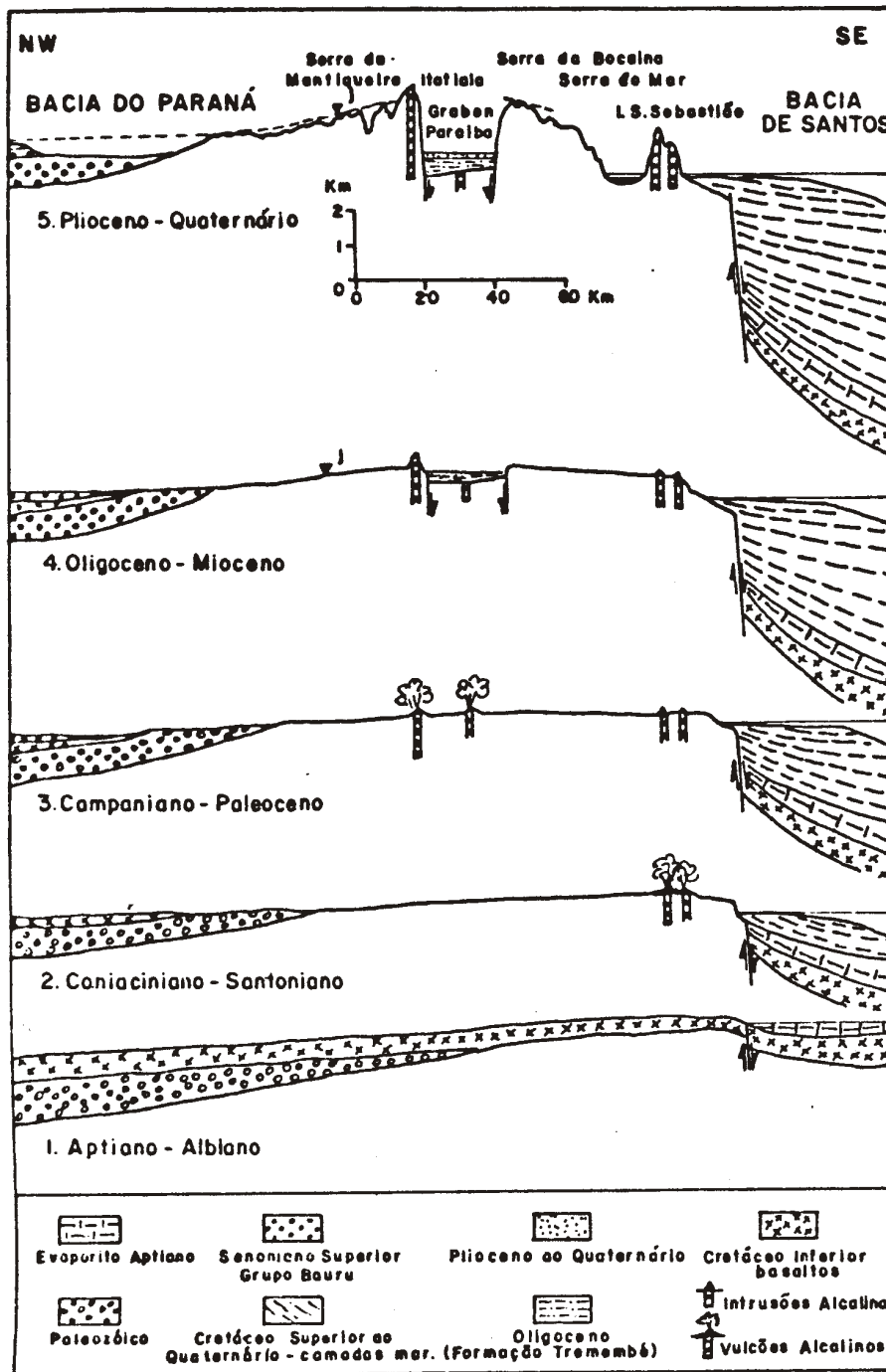


Figura 3. Possível evolução tectono-magmática da borda continental da Bacia de Santos (segundo Almeida, 1976).

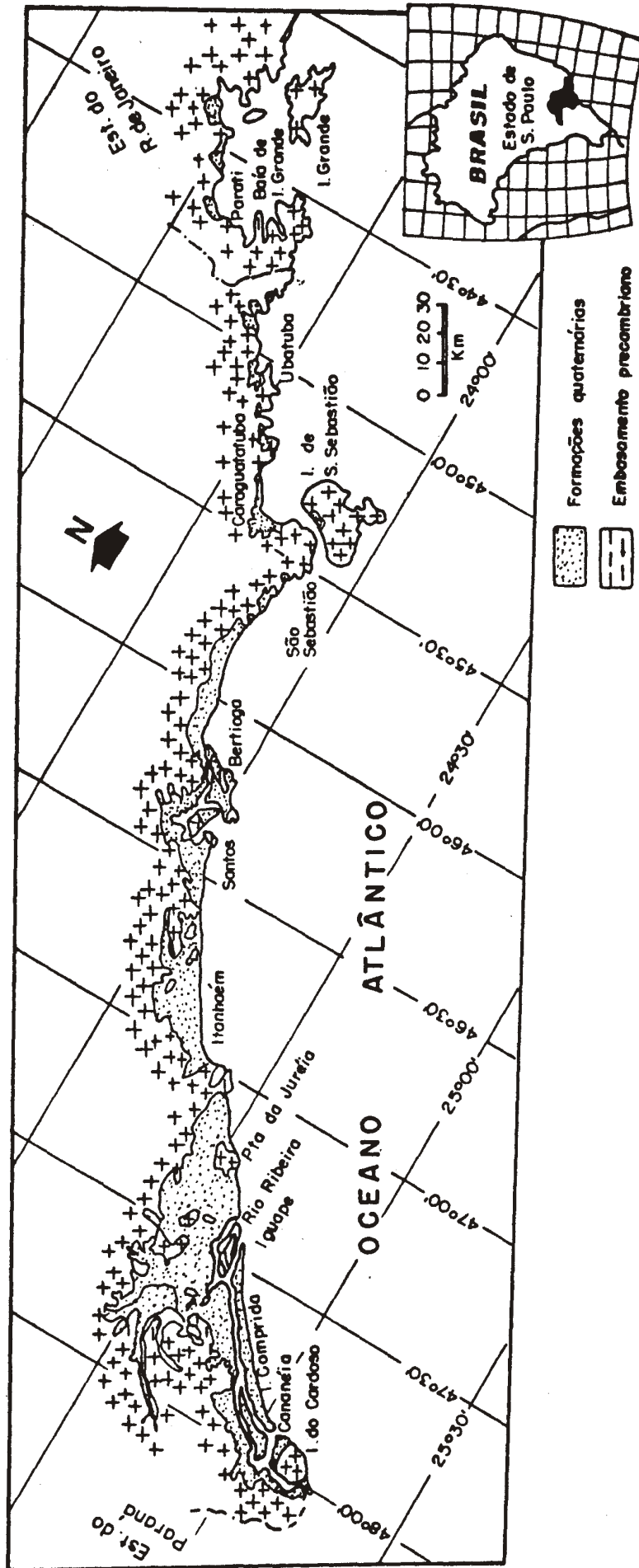


Figura 4. Formações quaternárias do litoral paulista e sul-fluminense (Suguio & Martin, 1978)

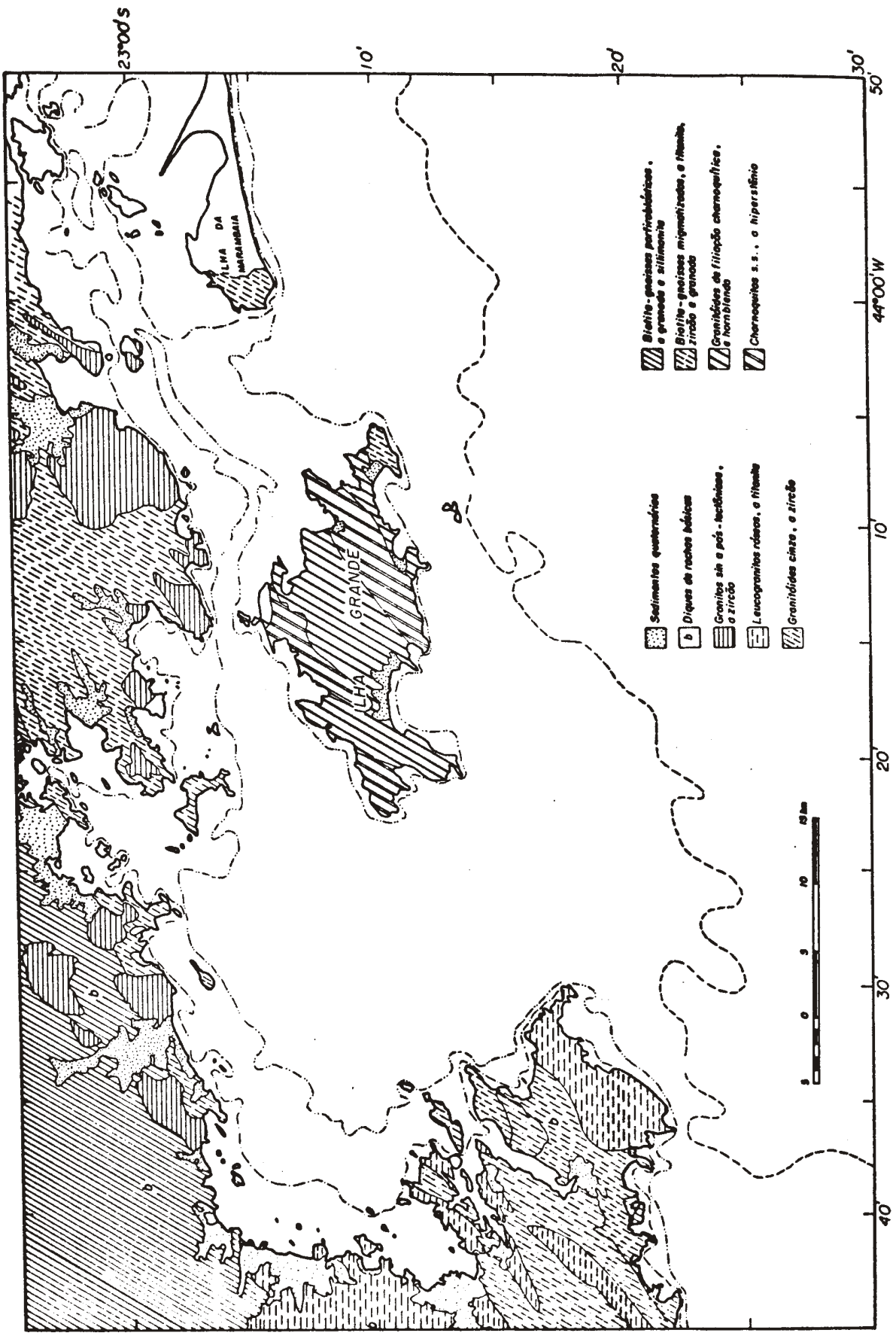


Figura 5. Principais unidades litológicas das áreas emersas adjacentes à Baía da Ilha Grande

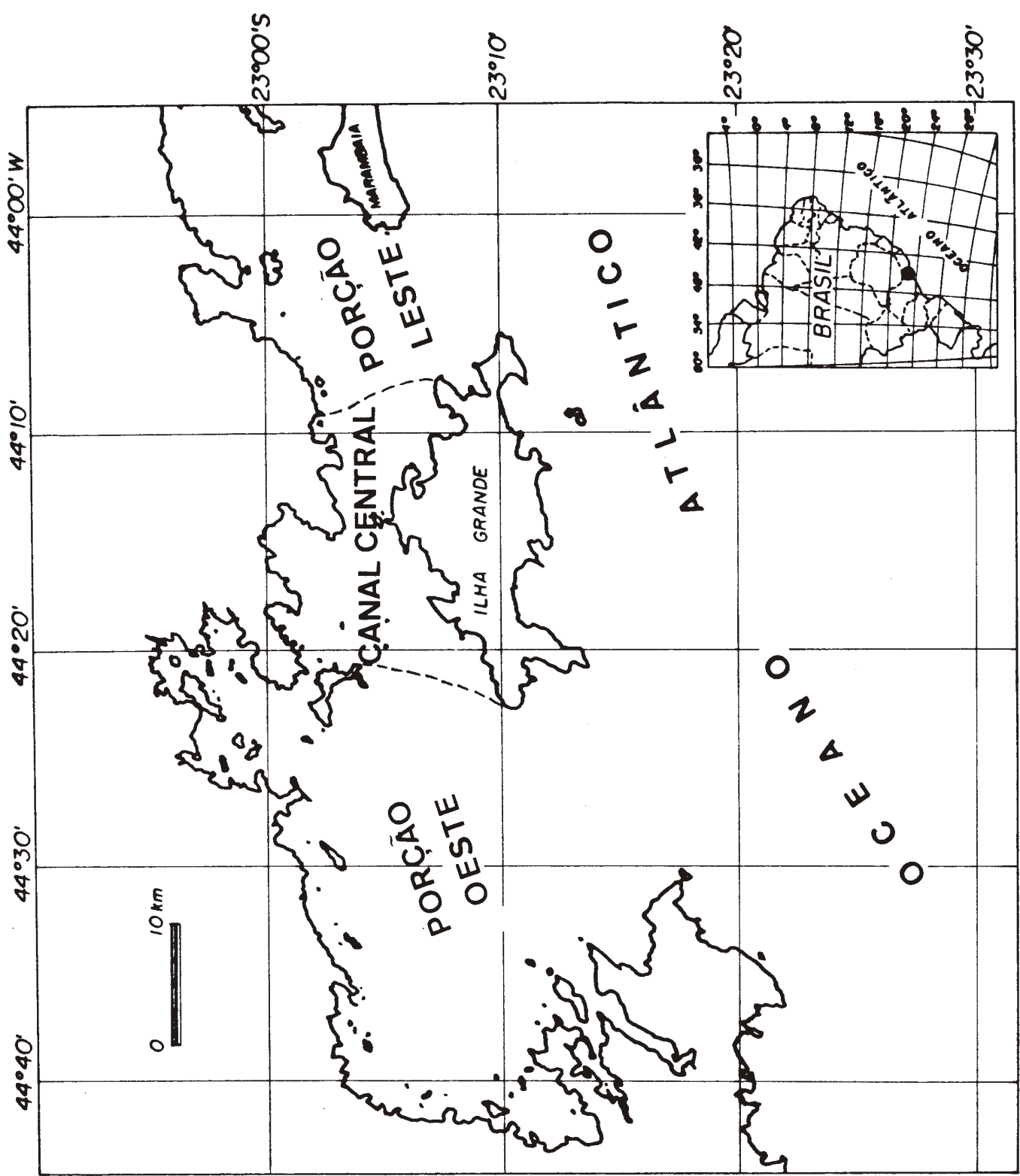


Figura 6. Compartimentação fisiográfica da Baía da Ilha Grande

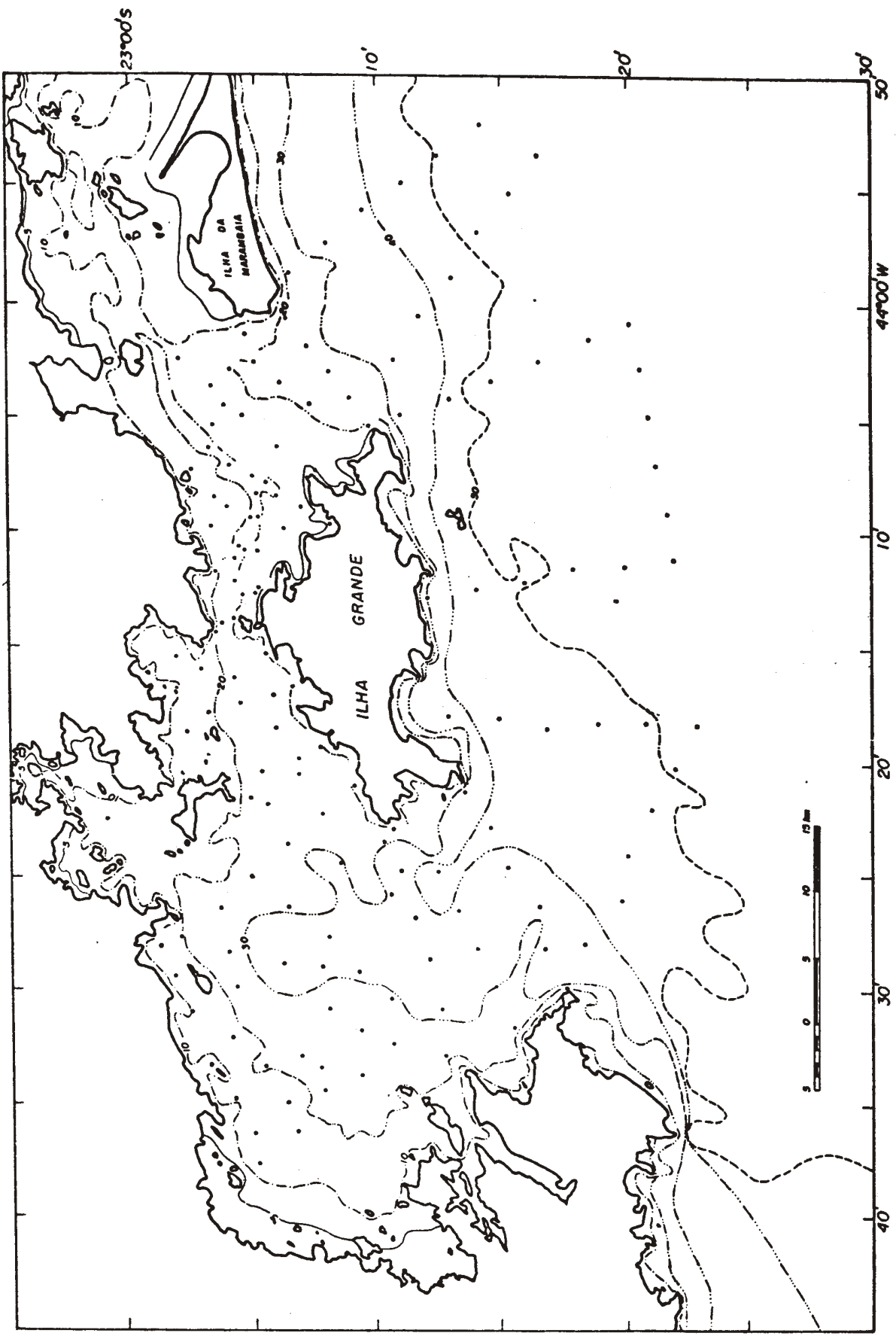


Figura 7. Mapa batimétrico da Baía da Ilha Grande

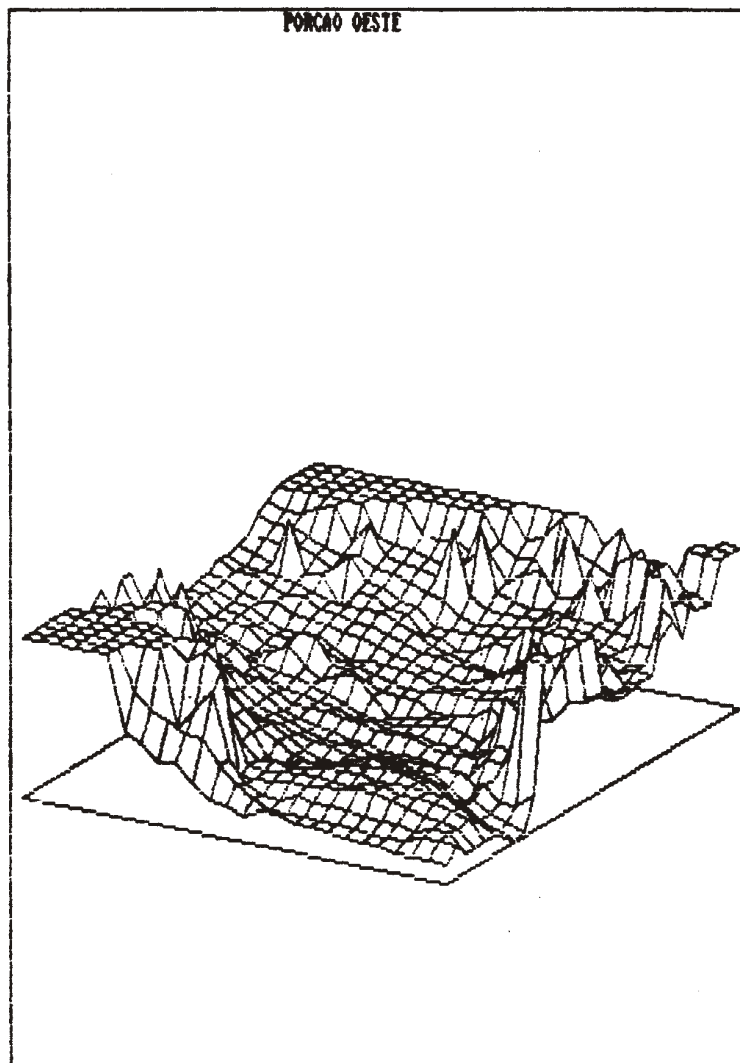


Figura 8. Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.

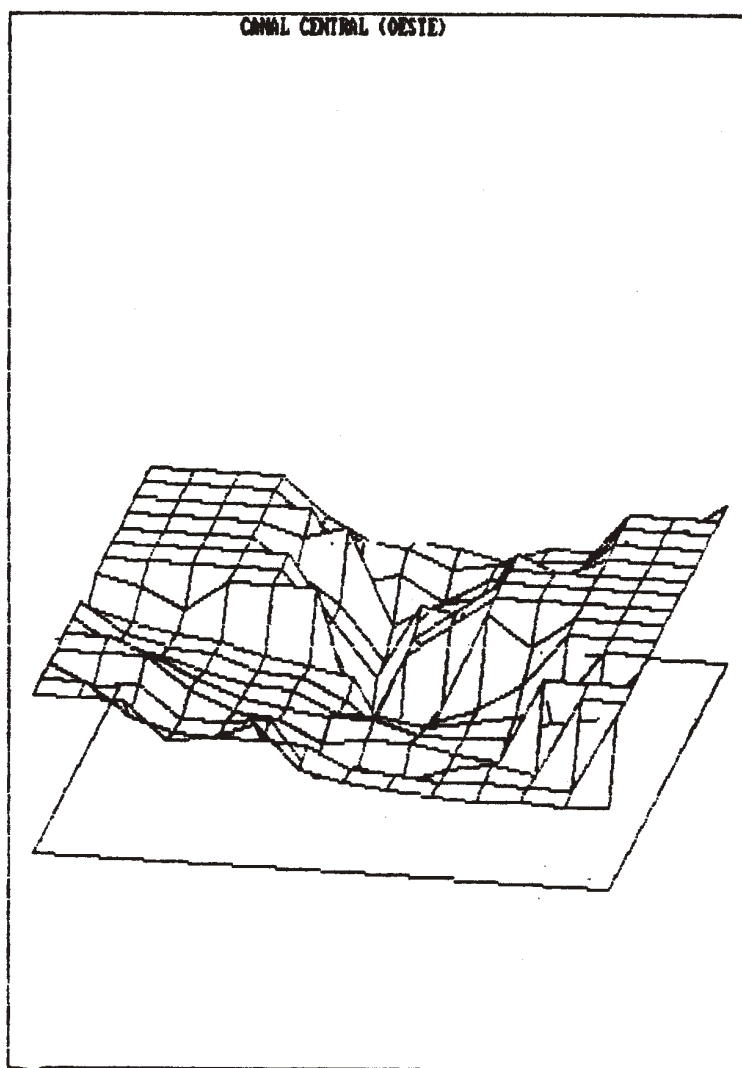


Figura 9. Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central da Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Oeste.



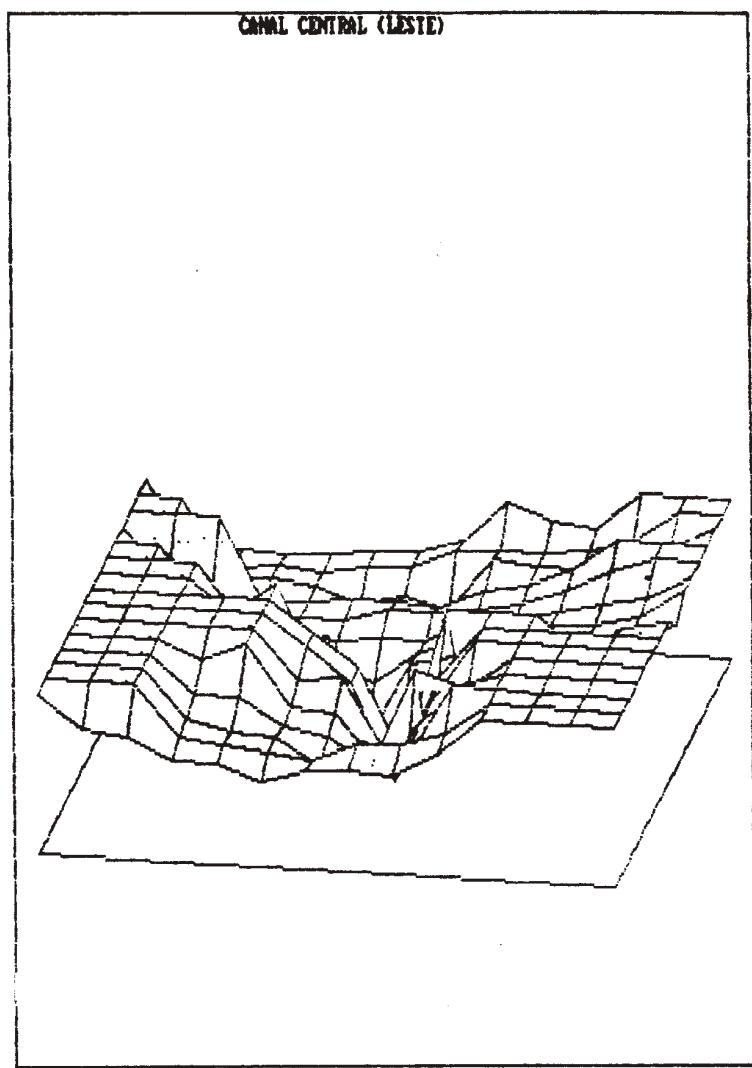


Figura 10. Bloco diagrama representativo da topografia de fundo do Canal Central da Baía da Ilha Grande, tomado a partir da Porção Leste.

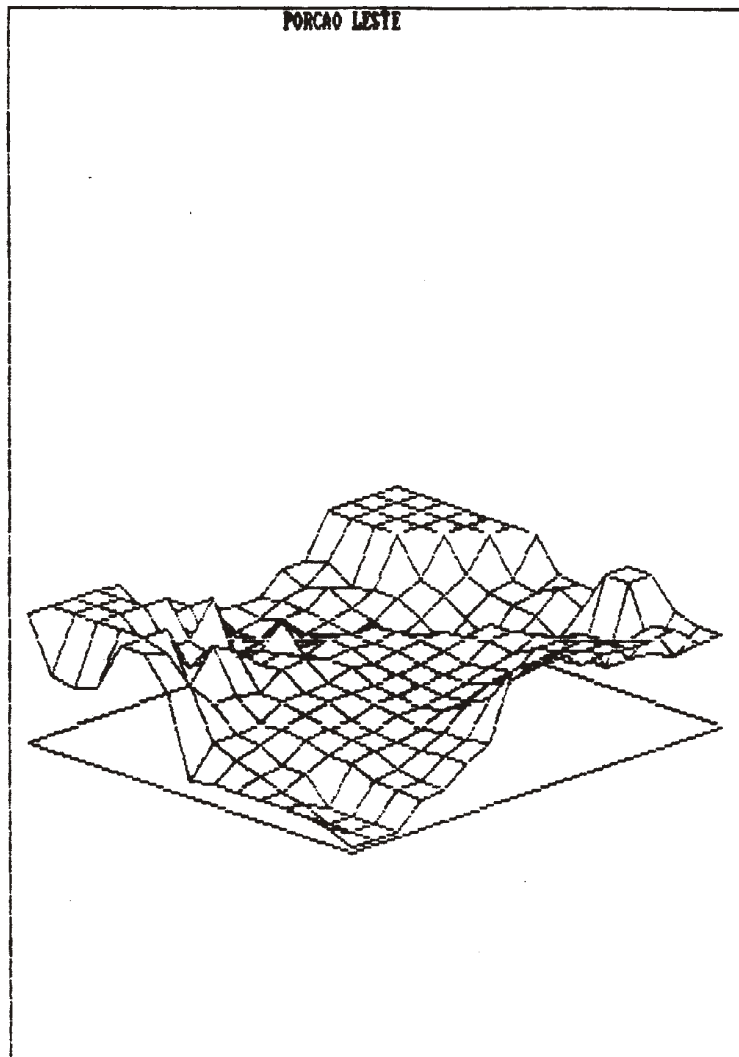


Figura 11. Bloco diagrama representativo da topografia de fundo da Porção Leste da Baía da Ilha Grande.

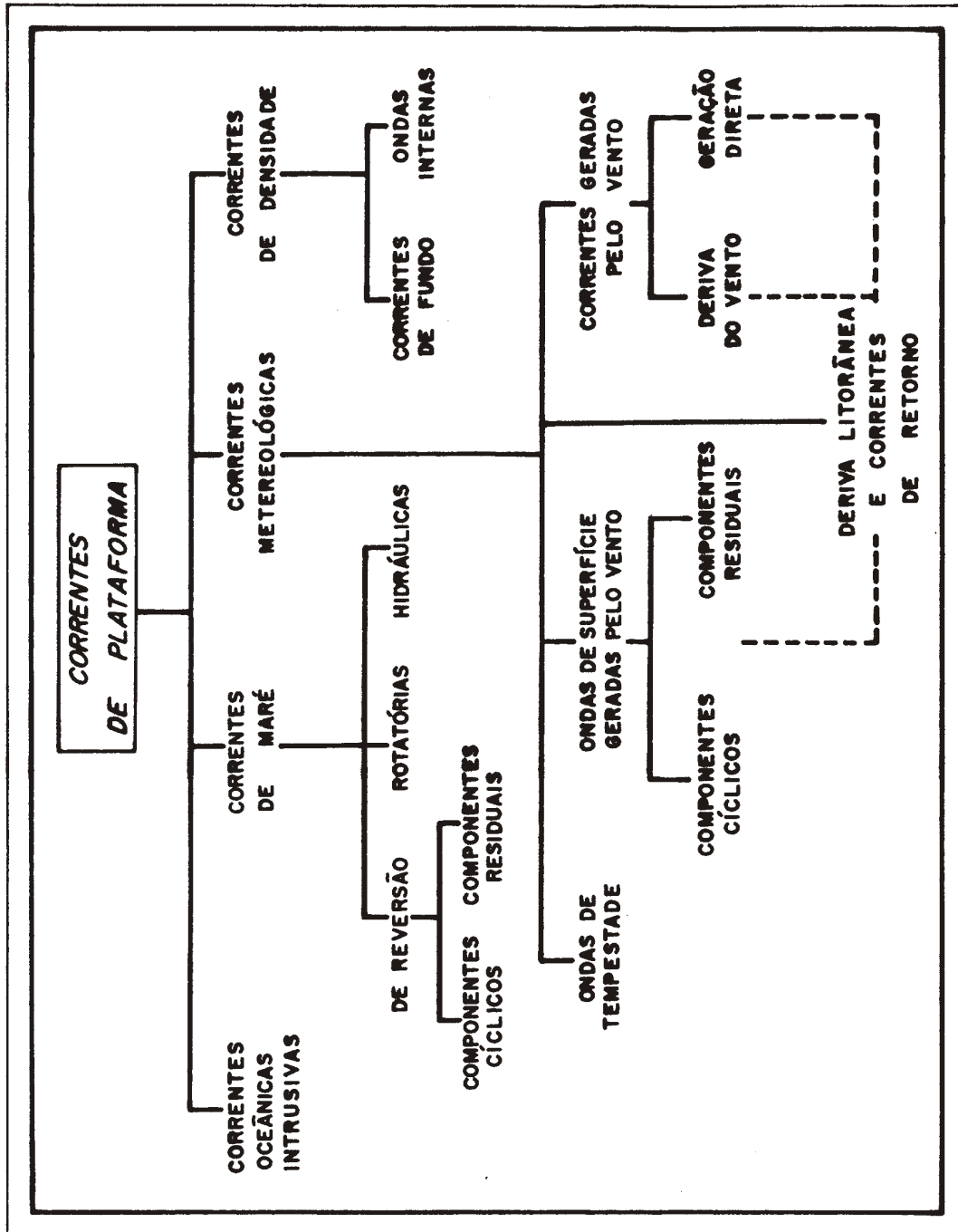


Figura 12. Aporte de energia para a plataforma continental (segundo Swift et al., 1971).

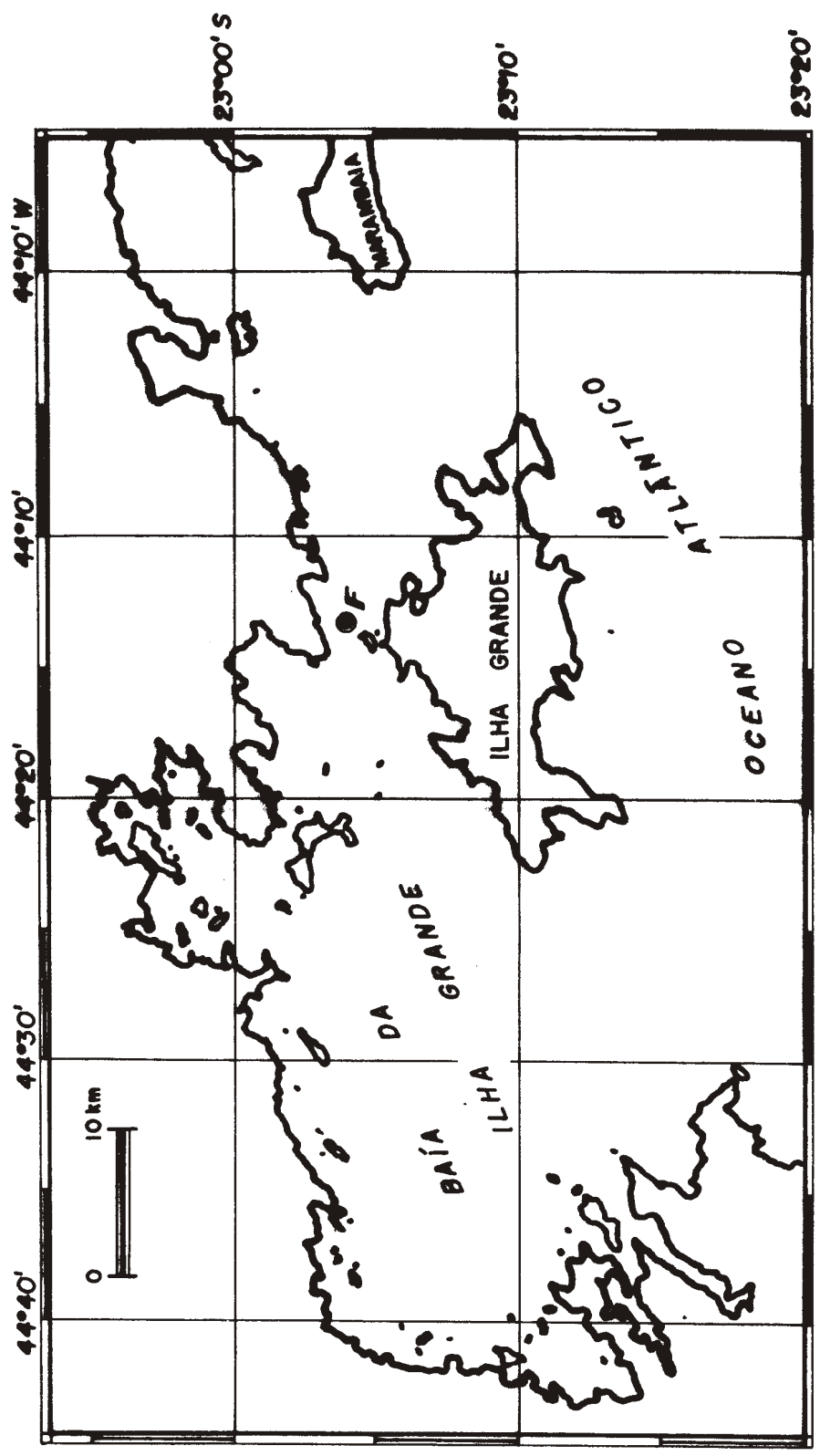


Figura 13. Localização da estação fixa de correntometria.

TABELA I. RESUMO DOS DADOS OBTIDOS NA  
ESTACAO FIXA DE CORRENTOMETRIA

-----  
-----  
PROFUNDIDADE = 10 METROS

VELOCIDADE MAXIMA = 54 cm/s      RUMO 157.5  
VELOCIDADE MINIMA = 2 cm/s      RUMO 180

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE NE = 2%  
VELOCIDADE MEDIA = 28 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE SE = 87%  
VELOCIDADE MEDIA = 31 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE SW = 8%  
VELOCIDADE MEDIA = 3 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE NW = 3%  
VELOCIDADE MEDIA = 3 cm/s  
-----

PROFUNDIDADE = 25 METROS

VELOCIDADE MAXIMA = 12 cm/s      RUMO 67.5  
VELOCIDADE MINIMA = 1 cm/s      RUMO 292.5

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE NE = 6%  
VELOCIDADE MEDIA = 4 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE SE = 16%  
VELOCIDADE MEDIA = 7 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE SW = 10%  
VELOCIDADE MEDIA = 2 cm/s

FREQUENCIA DE OCORRENCIA NO QUADRANTE NW = 68%  
VELOCIDADE MEDIA = 2 cm/s  
-----

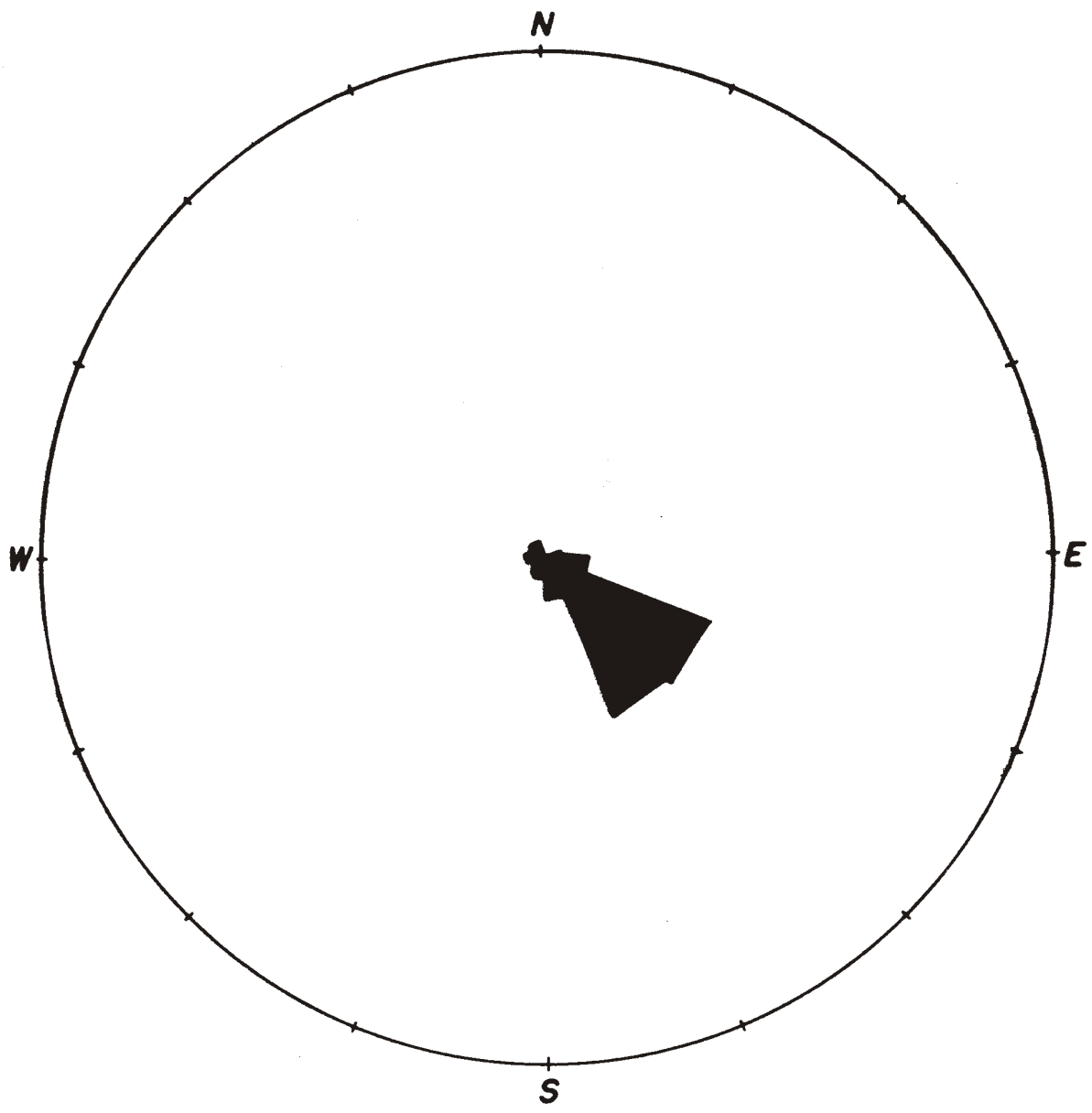


Figura 14. Distribuição dos sentidos das correntes de superfície

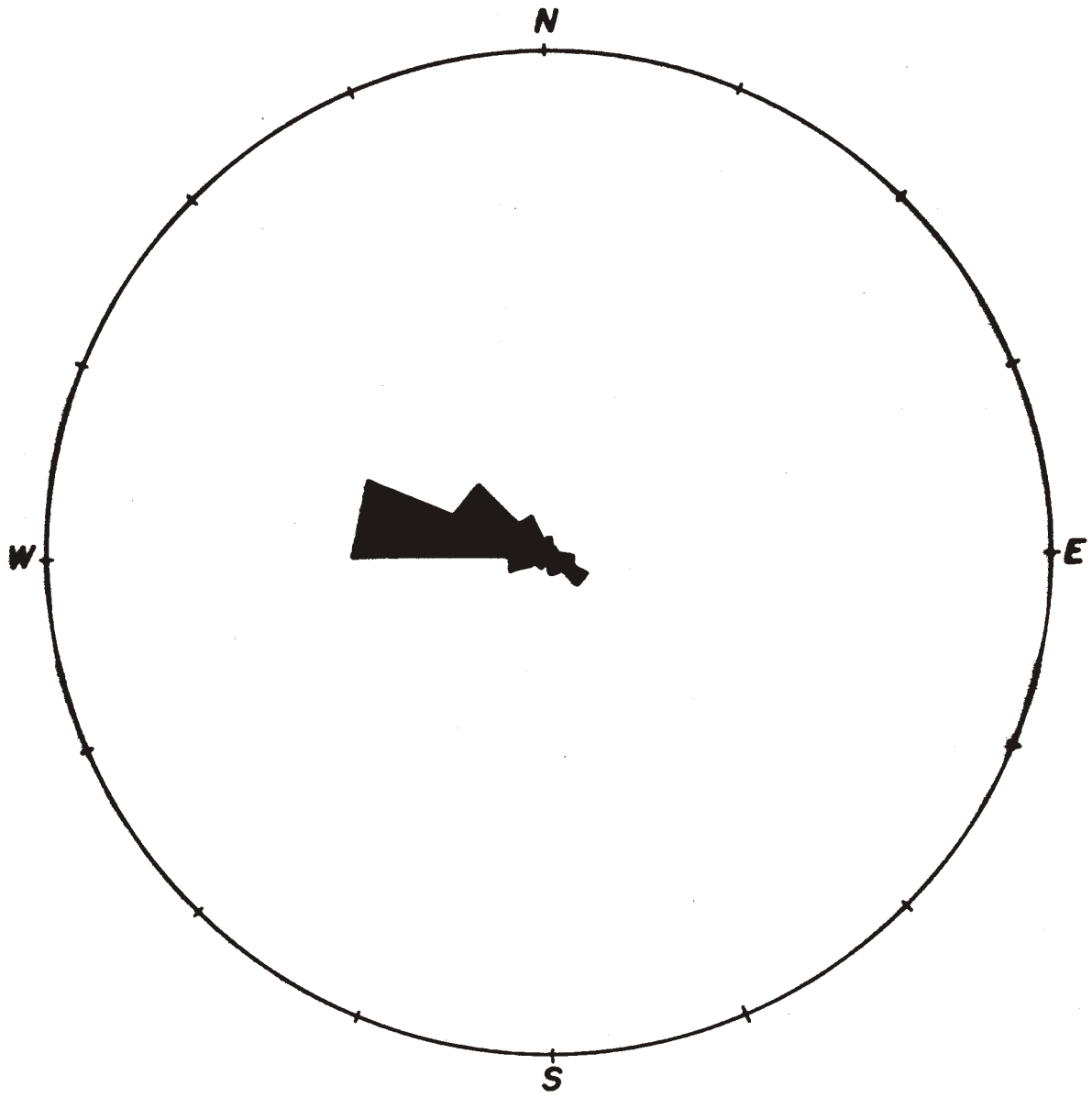


Figura 15. Distribuição dos sentidos das correntes de fundo

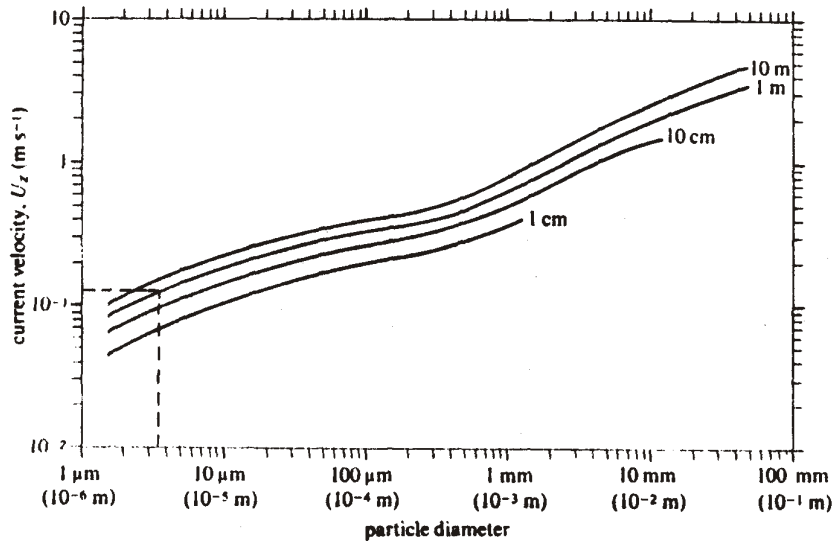


Figura 16. Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidade crítica de transporte de sedimentos (Open University, 1978)

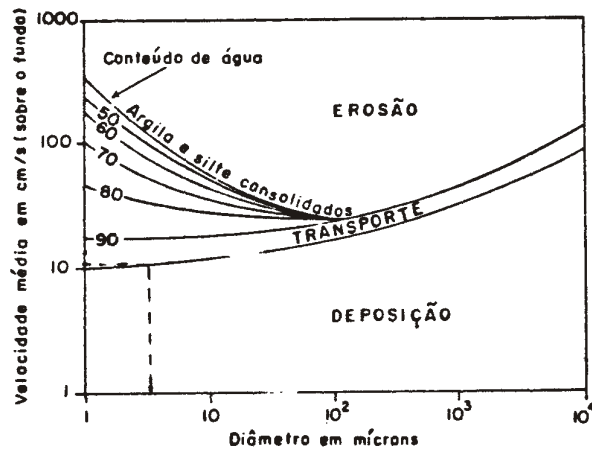


Figura 17. Comparação entre a maior velocidade de fundo obtida na estação fixa de correntometria e o modelo de velocidades críticas de erosão, transporte e deposição de sedimentos (Postma, 1967, apud Suguio, 1980).



TABELA II. POSICAO DAS ESTACOES DE COLETA DE SEDIMENTOS DE FUNDO

---

AMOSTRA	LAT (S)	LONG (W)	PROF. (m)	DESCRICAO VISUAL
IG1	23 04.3	44 13.7	30	LAMA
IG2	23 03.9	44 14.0	42	LAMA COM AREIA
IG3	23 03.6	44 14.3	28	AREIA MEDIA COM LAMA
IG4	23 03.6	44 11.7	22	LAMA
IG5	23 04.4	44 12.1	20	LAMA
IG6	23 05.5	44 12.3	14	LAMA
IG7	23 06.5	44 09.8	14	LAMA
IG8	23 05.3	44 09.3	16	LAMA
IG9	23 04.1	44 08.9	14	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG10	23 03.6	44 08.5	14	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG11	23 02.7	44 07.2	15	AREIA GROSSA COM BIODETRITOS
IG12	23 03.3	43 05.1	22	LAMA
IG13	23 03.9	44 04.2	14	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG14	23 04.2	44 02.7	16	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG15	23 02.0	44 01.2	12	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG16	23 03.3	44 02.3	10	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG17	23 04.7	44 03.5	12	AREIA GROSSA COM BIODETRITOS
IG18	23 06.1	44 04.8	20	LAMA COM BIODETRITOS
IG19	23 07.7	44 06.0	14	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG20	23 07.7	44 07.1	12	AREIA FINA COM LAMA
IG21	23 09.9	44 05.1	20	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG22	23 09.0	44 03.9	22	AREIA GROSSA
IG23	23 08.1	44 02.8	21	AREIA GROSSA
IG24	23 07.2	44 01.7	21	AREIA GROSSA
IG25	23 06.3	44 00.6	14	AREIA GROSSA
IG26	23 06.5	43 58.6	19	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG27	23 08.0	43 57.3	19	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG28	23 09.5	43 56.0	35	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG29	23 11.2	43 54.7	40	AREIA GROSSA COM BIODETRITOS
IG30	23 12.7	43 53.4	40	AREIA BIODETRITICA
IG31	23 14.3	43 52.1	53	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG32	23 16.5	43 53.4	57	LAMA COM BIODETRITOS
IG33	23 15.4	43 55.1	54	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG34	23 14.2	43 56.9	47	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG35	23 13.1	43 58.7	40	AREIA MEDIA BIODETRITICA
IG36	23 11.9	44 00.4	36	AREIA MEDIA BIODETRITICA
IG37	23 10.8	44 02.2	28	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG38	23 11.1	44 04.8	26	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG39	23 13.0	44 04.0	34	AREIA GROSSA BIODETRITICA
IG40	23 14.8	44 03.2	40	AREIA GROSSA COM BIODETRITOS
IG41	23 16.5	44 02.3	44	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG42	23 18.5	44 01.3	48	AREIA FINA COM LAMA
IG43	23 20.3	44 00.6	43	AREIA FINA COM LAMA
IG44	23 20.6	44 02.6	52	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG45	23 21.0	44 04.8	53	LAMA
IG46	23 21.3	44 07.0	54	LAMA
IG47	23 21.7	44 09.1	52	LAMA
IG48	23 22.0	44 11.1	48	LAMA
IG49	23 20.0	44 11.4	45	LAMA COM AREIA FINA
IG50	23 17.9	44 11.6	42	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG51	23 16.0	44 12.1	40	LAMA COM AREIA BIODETRITICA

---

TABELA II. (CONT.)

AMOSTRA	LAT (S)	LONG (W)	PROF. (m)	DESCRICAO VISUAL
IG52	23 14.1	44 12.3	36	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG53	23 12.1	44 12.7	28	AREIA FINA BIODETRITICA
IG54	23 13.0	44 17.9	34	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG55	23 15.0	44 18.0	37	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG56	23 16.9	44 18.5	36	AREIA FINA COM LAMA
IG57	23 18.9	44 18.2	38	AREIA FINA
IG58	23 20.9	44 18.2	43	AREIA FINA
IG59	23 23.0	44 18.3	50	AREIA FINA
IG60	23 22.1	44 20.2	44	AREIA FINA
IG61	23 21.2	44 22.0	42	AREIA FINA
IG62	23 20.2	44 24.1	41	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG63	23 19.8	44 26.1	35	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG64	23 18.4	44 28.0	33	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG65	23 17.6	44 29.9	33	LAMA ARENOSA
IG66	23 12.6	44 24.8	35	LAMA
IG67	23 13.4	44 26.5	33	AREIA FINA COM LAMA
IG68	23 14.1	44 28.2	33	AREIA MUITO FINA
IG69	23 14.9	44 29.9	32	AREIA FINA
IG70	23 15.6	44 31.6	22	LAMA ARENOSA
IG71	23 10.7	44 30.4	29	AREIA COM LAMA
IG72	23 09.3	44 31.8	23	AREIA FINA COM LAMA
IG73	23 07.8	44 33.3	19	LAMA COM AREIA FINA
IG74	23 06.3	44 35.0	14	LAMA
IG75	23 04.1	44 32.0	14	AREIA MUITO FINA
IG76	23 05.9	44 30.6	20	AREIA MUITO FINA
IG77	23 07.8	44 29.0	25	AREIA MEDIA
IG78	23 04.0	44 28.3	20	LAMA COM AREIA FINA
IG79	23 06.3	44 26.4	26	AREIA MUITO FINA
IG80	23 08.5	44 24.5	26	AREIA MUITO FINA
IG81	23 10.6	44 25.8	33	AREIA MUITO FINA
IG82	23 10.3	44 23.5	35	LAMA COM AREIA FINA
IG83	23 05.5	44 21.8	21	AREIA FINA COM LAMA
IG84	23 06.8	44 20.6	22	LAMA COM AREIA MUITO FINA
IG85	23 05.8	44 18.4	23	LAMA
IG86	23 04.2	44 16.3	21	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG87	23 05.5	44 15.4	39	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG88	23 04.4	44 10.6	22	LAMA
IG89	23 03.3	44 09.7	14	LAMA COM AREIA
IG90	23 03.9	44 06.4	16	AREIA GROSSA COM BIODETRITOS
IG91	23 05.2	44 10.9	14	LAMA
IG92	23 07.3	44 04.3	20	AREIA MEDIA COM BIODETRITOS
IG93	23 06.0	44 03.4	19	AREIA GROSSA
IG94	23 04.9	44 02.4	17	AREIA MEDIA A GROSSA
IG95	23 04.5	44 12.7	26	LAMA
IG96	23 05.4	44 12.4	16	LAMA
IG97	23 06.6	44 16.6	18	LAMA
IG98	23 05.8	44 17.0	20	LAMA
IG99	23 04.5	44 17.4	20	LAMA
IG100	23 03.2	44 17.8	16	LAMA COM AREIA
IG101	23 02.4	44 18.6	15	LAMA
IG102	23 04.9	44 21.5	20	LAMA

TABELA II. (CONT.)

---

AMOSTRA	LAT (S)	LONG (W)	PROF. (m)	DESCRICAO VISUAL
IG103	23 05.4	44 20.5	20	LAMA
IG104	23 06.8	44 19.8	18	LAMA
IG105	23 07.7	44 19.3	23	LAMA
IG106	23 09.1	44 21.0	28	LAMA
IG107	23 07.8	44 22.3	25	LAMA COM AREIA
IG108	23 06.4	44 23.6	23	AREIA FINA
IG109	23 05.1	44 25.0	23	AREIA FINA
IG110	23 03.7	44 26.4	20	AREIA FINA
IG111	23 02.1	44 27.7	15	AREIA FINA
IG112	23 01.4	44 28.1	11	AREIA FINA
IG113	23 01.8	44 29.4	8	AREIA FINA
IG114	23 02.6	44 30.9	12	AREIA FINA
IG115	23 04.4	44 29.9	21	AREIA BIODETRITICA
IG116	24 06.3	44 28.9	25	AREIA FINA
IG117	23 08.1	44 27.8	31	AREIA FINA
IG118	23 09.4	44 29.4	30	AREIA FINA COM LAMA
IG119	23 08.1	44 30.7	27	AREIA FINA COM LAMA
IG120	23 06.8	44 32.8	18	AREIA FINA COM LAMA
IG121	23 05.5	44 33.4	18	LAMA
IG122	23 04.2	44 34.7	13	LAMA COM AREIA FINA
IG123	23 05.0	44 36.3	13	LAMA
IG124	23 05.4	44 37.6	9	LAMA
IG125	23 06.7	44 36.2	17	LAMA
IG126	23 07.9	44 34.4	22	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG127	23 09.4	44 33.6	25	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG128	23 10.7	44 32.2	27	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG129	23 12.9	44 32.8	24	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG130	23 12.7	44 30.8	29	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG131	23 12.2	44 28.7	33	LAMA COM AREIA BIODETRITICA
IG132	23 11.7	44 26.8	33	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG133	23 11.1	44 24.8	34	AREIA FINA COM BIODETRITOS
IG134	23 10.7	44 22.9	35	LAMA
IG135	23 13.7	44 21.5	40	AREIA MEDIA COM LAMA
IG136	23 14.6	44 22.9	37	AREIA FINA
IG137	23 15.3	44 24.6	32	AREIA FINA
IG138	23 16.5	44 26.3	30	AREIA FINA
IG139	23 16.8	44 28.2	32	AREIA FINA
IG140	23 04.3	44 11.4	24	LAMA
IG141	23 04.6	44 10.7	25	LAMA
IG142	23 04.8	44 09.4	19	AREIA COM LAMA
IG143	23 05.2	44 08.2	21	AREIA GROSSA COM LAMA
IG144	23 05.5	44 07.7	23	AREIA GROSSA
IG145	23 08.1	44 09.5	11	LAMA
IG146	23 06.9	44 08.9	13	LAMA
IG147	23 06.0	44 08.4	20	LAMA
IG148	23 04.9	44 07.5	20	AREIA MEDIA
IG149	23 04.0	44 07.1	21	AREIA COM LAMA
IG150	23 03.1	44 06.4	22	AREIA BIODETRITICA
IG151	23 02.9	44 16.0	16	AREIA BIODETRITICA
IG152	23 01.8	44 15.5	15	LAMA
IG153	22 59.4	44 22.5	13	LAMA

---

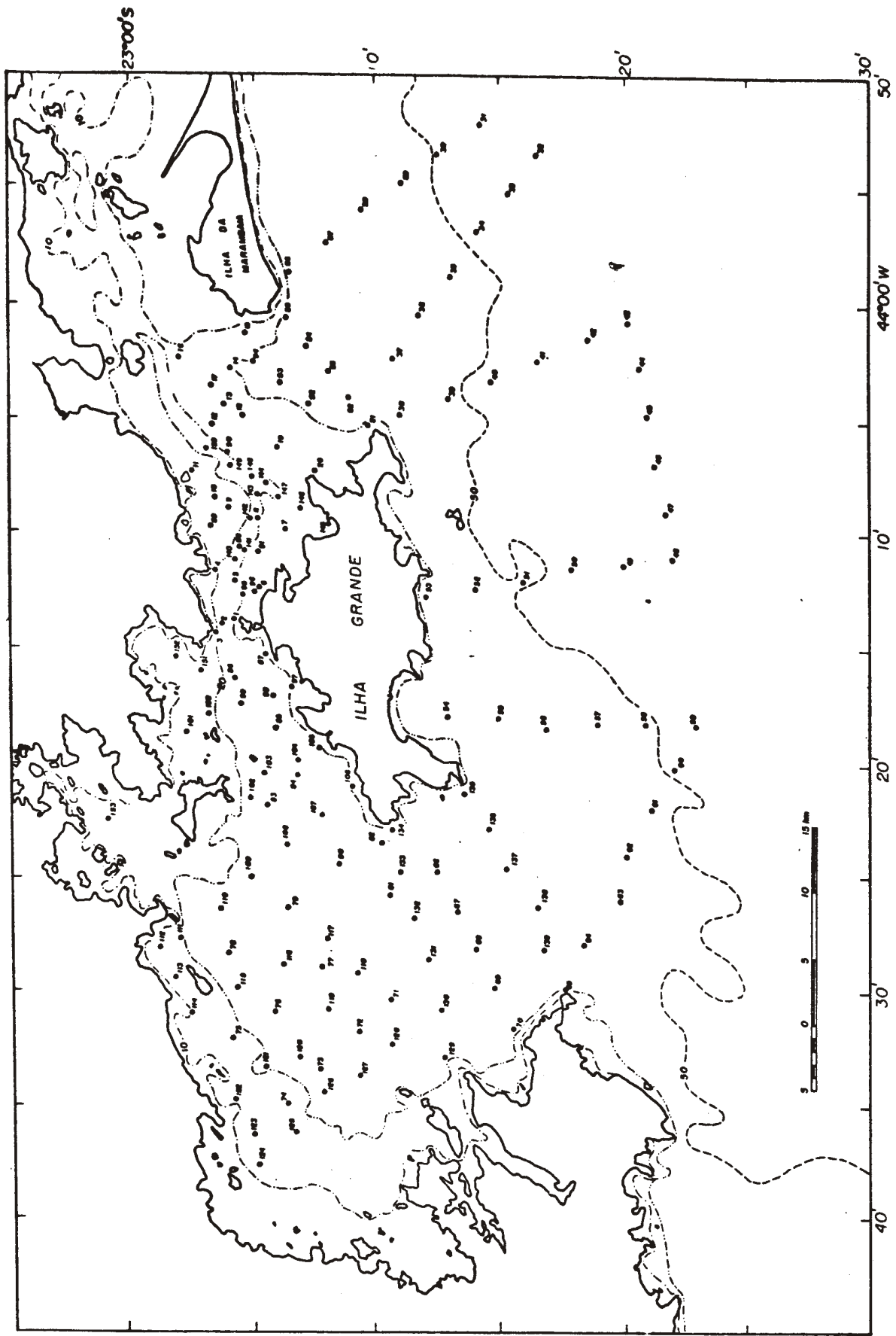


Figura 18. Localização das estações de coleta de sedimentos de superfície de fundo

TABELA III. FREQUENCIAS DE CLASSES TEXTURAIS

AMOSTRA	GR	ANG	AG	AM	AF	ANF	SG	SH	SF	SHF	ARG
IG1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	7.48	17.67	15.28	13.85	45.20
IG2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.02	6.47	13.13	13.13	12.76	41.45
IG3	0.00	2.75	40.66	44.06	4.12	1.60	1.37	1.35	1.35	1.35	1.29
IG4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	9.33	14.26	17.08	14.44	44.21
IG5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	8.27	17.78	15.44	15.03	41.63
IG6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.37	11.36	18.81	14.07	13.22	40.17
IG7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.74	9.07	14.94	16.00	14.40	42.85
IG8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.39	8.21	13.62	14.00	12.88	43.87
IG9	2.39	17.47	38.95	31.44	9.24	0.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG10	0.28	4.11	26.80	47.76	19.80	1.08	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
IG11	0.75	13.64	42.93	36.07	6.27	0.32	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG12	0.00	0.00	0.17	0.50	6.55	31.17	6.90	12.03	10.61	9.02	23.17
IG13	1.22	6.67	39.58	43.65	7.92	0.94	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00
IG14	6.27	22.80	46.14	20.50	3.55	0.72	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG15	1.70	21.57	54.86	19.06	2.69	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG16	1.71	11.92	39.86	39.49	6.84	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG17	2.93	13.51	40.92	28.14	12.02	2.48	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG18	0.00	0.06	0.39	1.58	5.13	83.90	2.22	1.30	1.09	1.03	3.31
IG19	0.14	1.37	18.06	53.18	26.64	0.61	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG20	0.00	0.11	9.04	25.62	20.69	19.84	2.75	4.12	3.43	3.43	10.98
IG21	0.00	0.46	3.56	29.64	64.94	1.36	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
IG22	0.28	11.75	66.08	20.67	1.07	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG23	1.96	13.61	63.64	19.38	1.31	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG24	7.33	15.91	51.07	21.31	3.26	1.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
IG25	0.33	1.89	42.15	48.96	6.17	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG26	0.66	7.24	39.68	43.23	8.45	0.71	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG27	0.17	5.64	54.22	36.64	3.13	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG28	0.05	4.12	28.94	49.74	15.44	1.66	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
IG29	1.48	14.94	57.22	22.33	3.44	0.42	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00
IG30	0.02	2.44	35.24	42.37	8.58	3.54	1.96	1.96	1.96	1.96	0.00
IG31	0.00	0.41	2.33	3.74	4.24	79.24	1.65	1.51	1.86	1.51	3.51
IG32	0.00	0.04	1.16	2.14	5.46	78.46	2.90	2.32	2.32	1.16	4.05
IG33	0.00	0.11	1.20	1.29	4.05	85.39	1.06	1.06	1.60	1.06	3.19
IG34	0.00	0.27	6.07	10.61	16.84	60.77	1.02	1.02	1.02	1.03	1.36
IG35	1.08	17.25	55.97	23.25	1.17	0.78	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
IG36	0.22	38.67	48.24	10.07	1.70	0.78	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
IG37	1.17	7.55	35.48	40.99	12.46	2.31	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
IG38	0.54	7.87	53.68	31.53	5.90	0.44	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
IG39	0.84	6.79	33.69	35.60	15.37	2.82	0.92	0.98	0.63	0.98	1.38
IG40	0.09	8.15	28.43	31.94	12.16	12.07	0.92	1.56	0.64	0.92	3.12
IG41	0.06	0.45	5.39	5.54	26.76	51.28	0.81	3.24	1.62	0.81	4.05
IG42	0.19	1.84	5.21	4.49	8.67	66.82	2.43	1.83	3.04	1.22	4.26
IG43	0.00	0.52	5.58	10.24	16.95	50.69	3.56	3.30	2.51	2.11	4.55
IG44	0.00	0.38	3.12	4.38	11.62	64.79	3.76	3.16	2.75	2.22	3.83
IG45	0.00	0.06	1.14	1.92	3.66	74.90	5.56	2.78	2.22	2.22	5.56
IG46	0.00	0.06	1.44	3.06	5.50	71.08	4.31	3.67	2.43	2.26	6.20
IG47	0.00	0.01	0.53	1.33	5.74	80.32	2.62	2.10	2.10	1.57	3.67
IG48	0.00	0.03	0.47	1.05	6.29	77.98	3.27	2.73	2.18	2.18	3.82
IG49	0.00	0.07	0.47	0.92	2.70	85.23	1.59	2.12	1.59	2.12	3.18
IG50	0.00	0.02	0.45	1.75	1.16	84.02	1.65	1.65	1.65	1.65	6.04
IG51	0.05	1.19	4.75	6.23	6.59	73.13	1.24	1.14	1.41	1.19	3.08

TABELA III. (CONT.)

AMOSTRA	GR	ANG	AG	AH	AF	ANF	SG	SM	SF	SNF	ARG
IG52	0.84	12.67	37.57	34.94	10.81	2.97	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
IG53	0.00	0.16	1.34	61.32	35.83	1.32	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
IG54	0.00	0.36	12.61	33.90	8.00	4.61	2.77	6.79	7.80	6.71	16.44
IG55	0.00	0.00	0.06	1.18	7.47	82.42	2.00	1.79	1.48	1.27	2.32
IG56	0.00	0.00	0.07	0.20	1.31	92.23	1.69	1.13	0.56	0.56	2.25
IG57	0.00	0.00	0.00	0.15	5.52	88.84	1.10	1.10	0.00	1.65	1.65
IG58	0.00	0.00	0.01	0.13	12.34	83.80	0.70	0.47	0.47	0.17	1.92
IG59	0.00	0.00	0.16	1.13	18.17	74.39	0.81	0.62	0.81	0.87	3.04
IG60	0.00	0.00	0.00	0.16	19.56	76.67	0.58	0.29	0.35	0.47	1.92
IG61	0.00	0.00	0.04	0.69	5.74	87.71	0.92	0.92	0.92	0.92	2.14
IG62	0.00	0.00	0.15	3.60	14.47	77.57	1.05	1.05	1.05	1.05	0.00
IG63	0.00	0.02	1.93	35.14	48.93	10.08	0.89	0.89	0.89	0.89	0.38
IG64	0.00	0.00	0.05	0.78	29.34	67.56	0.57	0.57	0.57	0.56	0.00
IG65	0.00	0.00	0.04	0.12	2.36	92.13	1.07	1.07	1.07	1.08	1.03
IG66	0.00	0.64	1.52	1.26	1.07	85.79	2.68	1.93	1.61	0.96	3.11
IG67	0.00	0.00	0.02	0.04	0.47	95.97	1.14	0.27	0.33	0.16	1.58
IG68	0.00	0.00	0.10	0.30	0.79	92.78	1.38	1.01	0.90	0.79	1.96
IG69	0.00	0.23	1.18	2.46	6.56	74.75	6.85	2.07	1.91	1.75	2.23
IG70	0.00	0.00	0.19	0.63	9.99	66.37	1.70	4.02	4.14	2.92	9.99
IG71	0.00	0.00	0.29	1.65	3.12	65.80	19.21	3.05	1.99	1.85	3.05
IG72	0.00	0.00	0.33	1.53	1.03	82.41	2.21	0.61	0.50	0.44	1.66
IG73	0.00	0.00	0.29	0.77	8.15	78.29	4.00	2.58	2.19	1.03	2.71
IG74	0.00	0.00	0.65	0.62	1.35	44.42	15.03	9.98	6.97	6.15	14.76
IG75	0.00	0.00	0.00	0.08	1.83	94.24	3.05	0.05	0.05	0.21	0.47
IG76	0.00	0.02	0.28	0.94	5.50	94.60	1.58	1.58	1.32	1.32	2.77
IG77	0.00	0.64	37.60	50.00	9.97	1.63	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
IG78	0.00	0.00	0.45	3.02	8.15	83.18	0.87	0.76	1.09	0.76	1.64
IG79	0.00	0.00	0.85	1.68	6.26	82.26	2.06	1.46	1.30	1.19	2.92
IG80	0.00	0.19	0.99	1.11	2.89	86.09	1.98	1.98	1.98	1.95	0.84
IG81	2.23	1.37	3.29	3.01	7.81	66.41	4.97	1.30	4.26	1.42	3.91
IG82	0.00	0.07	0.68	1.76	2.95	43.72	9.53	15.32	10.84	5.98	9.16
IG83	0.00	0.00	0.28	0.59	2.58	83.63	2.69	1.61	1.61	1.61	5.38
IG84	0.00	0.07	0.85	2.36	7.36	35.58	14.88	11.28	6.87	5.89	14.88
IG85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.85	17.03	32.38	18.35	8.99	20.40
IG86	0.00	0.37	2.42	3.20	2.76	8.04	15.08	16.57	13.78	10.42	27.36
IG87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.23	5.49	14.65	15.75	13.91	47.97
IG88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	8.70	19.18	18.64	7.99	44.03
IG89	0.00	0.39	8.36	9.34	3.51	15.80	14.32	18.49	12.69	6.34	10.69
IG90	5.18	12.24	47.43	27.08	7.05	0.99	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
IG91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	6.92	16.78	16.60	14.35	44.97
IG92	0.03	6.93	53.73	26.85	11.29	1.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG93	3.83	15.71	41.57	28.70	8.00	2.19	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG94	0.14	9.56	68.38	20.25	1.41	0.24	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
IG95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	6.45	16.59	13.45	13.82	48.67
IG96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	9.51	15.05	14.70	14.87	44.98
IG97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.39	11.35	18.27	14.72	12.95	32.29
IG98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	9.55	26.08	18.41	12.10	32.22
IG99	0.00	0.00	0.00	0.12	0.20	12.45	18.73	19.78	13.32	10.20	25.19
IG100	0.00	1.32	4.67	4.64	5.36	22.86	14.46	16.11	11.60	4.37	14.61
IG101	0.00	1.98	4.85	5.77	7.54	15.43	13.27	15.58	10.09	8.14	17.35
IG102	0.02	0.18	1.91	4.67	10.26	69.10	2.31	2.31	1.73	0.58	6.93

TABELA III. (CONT.)

ANO STRA	GR	ANG	AG	AN	AF	ANF	SG	SM	SF	SNF	ARG
IG103	0.00	0.02	0.56	2.03	6.97	64.30	6.68	4.25	3.64	4.25	7.29
IG104	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.43	16.90	21.35	15.97	10.58	26.74
IG105	0.00	0.00	0.00	0.00	2.88	7.37	12.10	19.23	16.02	11.75	30.62
IG106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	6.37	13.27	15.68	14.65	48.24
IG107	0.00	0.00	0.07	0.29	1.61	49.34	15.64	12.88	8.83	4.96	12.32
IG108	0.00	0.00	0.02	0.25	8.00	89.75	0.47	0.47	0.47	0.46	0.10
IG109	0.00	0.03	1.45	2.86	6.94	83.93	0.94	0.94	0.94	0.93	1.02
IG110	0.00	0.00	0.31	0.69	8.45	83.44	0.55	1.09	0.55	1.64	3.27
IG111	0.00	0.00	0.05	0.48	2.03	82.75	5.97	1.22	2.44	1.76	3.25
IG112	0.00	0.01	0.31	0.63	1.04	67.86	5.36	6.95	5.31	3.11	9.43
IG113	0.00	0.00	0.00	0.02	0.35	96.11	0.75	0.74	0.74	0.74	0.55
IG114	0.00	0.03	0.20	2.35	17.46	74.12	0.87	0.54	0.76	0.43	3.25
IG115	0.09	4.75	30.94	6.23	20.51	38.44	3.21	2.46	1.39	1.07	0.54
IG116	0.00	0.00	0.19	2.88	17.62	77.22	0.48	0.48	0.48	0.47	0.20
IG117	0.00	0.11	1.00	10.04	16.86	68.80	0.77	0.77	0.77	0.76	0.10
IG118	0.00	0.01	2.60	11.37	9.61	65.06	5.76	1.34	1.01	1.06	2.18
IG119	0.00	0.01	0.92	1.96	5.09	77.79	3.48	0.98	1.09	1.58	7.82
IG120	0.00	0.02	0.98	1.03	1.94	87.42	1.81	1.00	0.44	1.81	3.55
IG121	0.00	0.00	0.02	0.19	0.80	85.68	3.29	2.44	2.56	1.71	3.29
IG122	0.00	0.00	0.15	0.96	0.99	62.27	7.97	7.97	6.02	3.72	10.63
IG123	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.68	12.86	21.71	12.23	11.59	29.93
IG124	0.00	0.00	0.08	0.29	1.83	20.95	20.82	19.16	13.74	9.37	13.74
IG125	0.00	0.00	0.20	0.26	0.44	11.26	14.60	19.75	16.66	11.34	25.42
IG126	0.00	0.00	0.10	0.33	1.88	62.01	6.51	7.36	5.65	4.11	11.99
IG127	0.00	0.02	0.29	0.54	2.99	78.17	3.14	3.66	2.61	2.61	5.96
IG128	0.00	0.00	0.08	0.42	3.77	73.17	11.98	1.87	4.33	1.58	2.74
IG129	0.00	0.00	0.34	1.13	4.84	73.69	3.35	4.06	4.06	2.29	6.18
IG130	0.00	0.03	2.19	6.98	5.70	48.73	16.19	7.47	4.43	3.32	4.98
IG131	0.00	0.09	1.33	2.18	3.05	83.05	5.20	1.30	0.76	0.81	2.22
IG132	0.41	7.90	45.84	25.37	3.19	11.16	1.13	1.13	1.13	1.13	1.61
IG133	0.00	0.15	0.90	3.87	11.37	75.52	3.71	0.46	1.55	1.24	1.24
IG134	0.00	0.31	3.90	11.16	17.55	6.14	4.01	10.29	10.82	9.24	26.52
IG135	0.65	11.40	45.01	15.61	2.00	3.02	1.17	2.94	2.94	2.94	12.33
IG136	0.00	0.01	0.06	0.30	0.91	93.07	1.28	0.53	0.59	0.53	2.72
IG137	0.00	0.00	0.01	0.02	5.38	92.42	0.48	0.48	0.48	0.47	0.26
IG138	0.00	0.00	0.00	0.04	8.70	87.48	0.82	0.82	0.82	0.82	0.49
IG139	0.00	0.00	0.00	0.03	2.64	93.52	0.71	0.71	0.71	0.72	0.95
IG140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.12	5.91	16.55	14.78	12.56	48.04
IG141	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.69	7.12	15.14	15.96	15.50	39.55
IG142	0.19	1.35	9.47	25.40	19.25	42.02	0.32	0.32	0.32	0.32	0.45
IG143	0.61	5.22	18.11	52.40	21.03	2.45	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
IG144	0.00	2.16	36.08	50.76	10.66	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IG145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58	7.92	21.07	17.59	15.53	36.29
IG146	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.61	8.08	16.53	15.43	13.41	34.93
IG147	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.61	6.21	15.79	10.64	10.11	29.63
IG148	0.00	1.38	29.34	51.43	16.93	0.85	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
IG149	0.00	0.21	8.74	22.32	31.34	23.95	1.79	2.95	2.32	1.79	4.53
IG150	0.06	4.93	57.19	29.02	3.56	2.66	0.49	0.49	0.49	0.49	0.53
IG151	0.46	6.57	28.58	34.66	23.04	3.46	0.63	0.64	0.64	0.64	0.66
IG152	0.30	2.06	11.93	21.34	20.47	11.93	6.00	7.71	5.83	3.77	8.57
IG153	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.30	6.04	13.89	11.93	11.44	43.36

TABELA IV. CLASSIFICACAO DE SHEPARD

---

AMOSTRA	CLASSIFICACAO DE SHEPARD (1954)
IG1	SILTE ARGILOSO
IG2	SILTE ARGILOSO
IG3	AREIA
IG4	SILTE ARGILOSO
IG5	SILTE ARGILOSO
IG6	SILTE ARGILOSO
IG7	SILTE ARGILOSO
IG8	SILTE ARGILOSO
IG9	AREIA
IG10	AREIA
IG11	AREIA
IG12	AREIA+SILTE+ARGILA
IG13	AREIA
IG14	AREIA
IG15	AREIA
IG16	AREIA
IG17	AREIA
IG18	AREIA
IG19	AREIA
IG20	AREIA
IG21	AREIA
IG22	AREIA
IG23	AREIA
IG24	AREIA
IG25	AREIA
IG26	AREIA
IG27	AREIA
IG28	AREIA
IG29	AREIA
IG30	AREIA
IG31	AREIA
IG32	AREIA
IG33	AREIA
IG34	AREIA
IG35	AREIA
IG36	AREIA
IG37	AREIA
IG38	AREIA
IG39	AREIA
IG40	AREIA
IG41	AREIA
IG42	AREIA
IG43	AREIA
IG44	AREIA
IG45	AREIA
IG46	AREIA
IG47	AREIA
IG48	AREIA
IG49	AREIA
IG50	AREIA
IG51	AREIA

---



TABELA IV. (CONT.)

---

AMOSTRA	CLASSIFICACAO DE SHEPARD (1954)
IG52	AREIA
IG53	AREIA
IG54	AREIA SILTOSA
IG55	AREIA
IG56	AREIA
IG57	AREIA
IG58	AREIA
IG59	AREIA
IG60	AREIA
IG61	AREIA
IG62	AREIA
IG63	AREIA
IG64	AREIA
IG65	AREIA
IG66	AREIA
IG67	AREIA
IG68	AREIA
IG69	AREIA
IG70	AREIA
IG71	AREIA SILTOSA
IG72	AREIA
IG73	AREIA
IG74	AREIA SILTOSA
IG75	AREIA
IG76	AREIA
IG77	AREIA
IG78	AREIA
IG79	AREIA
IG80	AREIA
IG81	AREIA
IG82	AREIA SILTOSA
IG83	AREIA
IG84	AREIA SILTOSA
IG85	SILTE
IG86	SILTE ARGILOSO
IG87	SILTE ARGILOSO
IG88	SILTE ARGILOSO
IG89	SILTE ARENOSO
IG90	AREIA
IG91	SILTE ARGILOSO
IG92	AREIA
IG93	AREIA
IG94	AREIA
IG95	SILTE ARGILOSO
IG96	SILTE ARGILOSO
IG97	SILTE ARGILOSO
IG98	SILTE ARGILOSO
IG99	SILTE ARGILOSO
IG100	SILTE ARENOSO
IG101	SILTE ARENOSO
IG102	AREIA

---

TABELA IV. (CONT.)

---

AMOSTRA	CLASSIFICACAO DE SHEPARD (1954)
IG103	AREIA SILTOSA
IG104	SILTE ARGILOSO
IG105	SILTE ARGILOSO
IG106	SILTE ARGILOSO
IG107	AREIA SILTOSA
IG108	AREIA
IG109	AREIA
IG110	AREIA
IG111	AREIA
IG112	AREIA SILTOSA
IG113	AREIA
IG114	AREIA
IG115	AREIA
IG116	AREIA
IG117	AREIA
IG118	AREIA
IG119	AREIA
IG120	AREIA
IG121	AREIA
IG122	AREIA SILTOSA
IG123	SILTE ARGILOSO
IG124	SILTE ARENOSO
IG125	SILTE ARGILOSO
IG126	AREIA SILTOSA
IG127	AREIA
IG128	AREIA
IG129	AREIA
IG130	AREIA SILTOSA
IG131	AREIA
IG132	AREIA
IG133	AREIA
IG134	AREIA+SILTE+ARGILA
IG135	AREIA
IG136	AREIA
IG137	AREIA
IG138	AREIA
IG139	AREIA
IG140	SILTE ARGILOSO
IG141	SILTE ARGILOSO
IG142	AREIA
IG143	AREIA
IG144	AREIA
IG145	SILTE ARGILOSO
IG146	SILTE ARGILOSO
IG147	AREIA+SILTE+ARGILA
IG148	AREIA
IG149	AREIA
IG150	AREIA
IG151	AREIA
IG152	AREIA SILTOSA
IG153	ARGILA SILTOSA

---

TABELA V. PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK & WARD (1957) e  
NUMERO DE CLASSES TEXTURAIS

AMOSTRA	PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK E WARD (1957)				N.C.T.
	D. M.	D. P.	ASSIM.	CURT.	
IG1	7.31	1.47	-0.30	0.74	5
IG2	6.83	1.85	-0.33	0.74	6
IG3	1.16	1.05	0.43	3.16	10
IG4	7.27	1.50	-0.29	0.78	5
IG5	7.17	1.53	-0.24	0.76	6
IG6	7.02	1.60	-0.20	0.73	6
IG7	7.18	1.58	-0.29	0.79	6
IG8	7.09	1.72	-0.36	0.80	6
IG9	0.80	0.90	-0.04	0.97	5
IG10	1.35	0.73	-0.07	0.93	5
IG11	0.81	0.75	-0.06	1.05	4
IG12	5.66	2.16	0.15	0.59	7
IG13	1.00	0.71	-0.06	1.24	5
IG14	0.41	0.87	-0.09	1.06	5
IG15	0.50	0.68	0.01	1.05	5
IG16	0.89	0.78	-0.03	1.28	5
IG17	0.91	0.98	0.07	1.08	6
IG18	3.54	0.75	0.21	3.29	8
IG19	1.52	0.63	-0.01	0.91	4
IG20	3.46	2.48	0.53	1.32	9
IG21	2.05	0.37	-0.31	1.42	4
IG22	0.57	0.51	0.11	0.97	4
IG23	0.57	0.59	-0.13	1.19	5
IG24	0.47	0.85	-0.13	1.24	6
IG25	1.07	0.52	0.06	1.24	4
IG26	1.02	0.71	-0.03	1.14	4
IG27	0.84	0.56	0.02	1.00	4
IG28	1.29	0.72	-0.01	1.00	5
IG29	0.64	0.71	0.00	1.25	5
IG30	1.34	1.21	0.41	2.04	9
IG31	3.49	1.02	0.16	4.18	9
IG32	3.53	0.93	0.28	3.62	9
IG33	3.47	0.74	0.38	3.45	9
IG34	2.93	0.99	-0.39	1.52	9
IG35	0.61	0.65	-0.14	1.14	5
IG36	0.26	0.58	0.35	1.24	4
IG37	1.12	0.82	0.01	0.98	6
IG38	0.85	0.66	0.07	1.15	4
IG39	1.26	1.10	0.21	1.30	6
IG40	1.70	1.64	0.39	1.52	7
IG41	3.11	1.33	-0.04	1.97	7
IG42	3.29	1.37	-0.08	3.96	10
IG43	3.10	1.55	-0.01	2.06	9
IG44	3.39	1.25	0.05	3.45	9
IG45	3.69	1.14	0.55	3.77	9
IG46	3.79	1.30	0.45	3.98	9
IG47	3.50	0.87	0.42	3.57	8
IG48	3.49	0.92	0.52	3.77	8
IG49	3.48	0.79	0.55	3.94	7
IG50	3.53	0.95	0.57	4.41	8
IG51	3.25	1.17	-0.12	3.88	10

TABELA V. (CONT.)

AMOSTRA	PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK E WARD (1957)				N.C.T.
	D. M.	D. P.	ASSIM.	CURT.	
IG52	0.99	0.91	0.04	1.07	5
IG53	1.89	0.35	-0.01	1.07	4
IG54	3.78	2.94	0.65	0.61	9
IG55	3.44	0.70	0.37	3.08	8
IG56	3.42	0.36	0.45	2.75	5
IG57	3.37	0.35	0.33	2.06	6
IG58	3.31	0.31	0.09	1.38	3
IG59	3.26	0.65	0.25	3.17	4
IG60	3.27	0.37	0.02	1.29	3
IG61	3.43	0.46	0.32	2.03	3
IG62	3.26	0.45	-0.14	1.85	7
IG63	2.23	0.69	0.15	1.22	4
IG64	3.12	0.40	-0.13	1.28	2
IG65	3.40	0.31	0.36	2.01	7
IG66	3.56	0.68	0.37	3.03	8
IG67	3.57	0.23	0.05	0.99	3
IG68	3.60	0.37	0.21	1.85	4
IG69	3.60	0.84	0.07	3.31	9
IG70	4.24	1.66	0.77	3.18	7
IG71	3.91	0.91	0.45	2.49	8
IG72	3.39	0.45	-0.02	1.64	5
IG73	3.48	0.77	0.39	2.89	7
IG74	5.15	1.92	0.63	0.81	7
IG75	3.54	0.26	-0.01	1.00	3
IG76	3.54	0.72	0.24	3.19	7
IG77	1.23	0.57	0.21	1.11	4
IG78	3.41	0.48	-0.09	1.74	5
IG79	3.45	0.76	0.34	3.31	8
IG80	3.58	0.60	0.23	2.80	7
IG81	3.40	1.30	0.07	3.99	10
IG82	4.79	1.72	0.58	0.90	8
IG83	3.60	0.93	0.42	4.36	7
IG84	5.11	2.10	0.47	0.95	8
IG85	6.32	1.53	0.31	0.83	6
IG86	6.14	2.22	-0.10	0.86	9
IG87	7.42	1.49	-0.40	0.83	6
IG88	7.11	1.54	-0.13	0.73	6
IG89	4.58	2.53	-0.12	1.00	9
IG90	0.73	0.88	-0.09	1.38	5
IG91	7.33	1.45	-0.29	0.76	5
IG92	0.93	0.75	0.26	1.06	5
IG93	0.74	0.93	-0.04	1.21	6
IG94	0.63	0.49	0.02	1.02	4
IG95	7.43	1.48	-0.42	0.76	5
IG96	7.27	1.51	-0.33	0.76	5
IG97	6.57	1.76	-0.08	0.70	6
IG98	6.81	1.50	0.08	0.72	6
IG99	6.16	1.81	0.16	0.65	6
IG100	5.15	2.35	0.12	1.09	10
IG101	5.16	2.64	-0.02	0.92	10
IG102	3.45	1.27	0.06	4.05	8

TABELA V. (CONT.)

AMOSTRA	PARAMETROS ESTATISTICOS DE FOLK E WARD (1957)				N.C.T.
	D. M.	D. P.	ASSIM.	CURT.	
IG103	4.28	1.53	0.56	3.83	8
IG104	6.36	1.72	0.11	0.67	6
IG105	6.50	1.84	-0.07	0.78	7
IG106	7.44	1.48	-0.41	0.85	6
IG107	5.04	1.72	0.60	0.91	7
IG108	3.33	0.28	0.02	1.41	2
IG109	3.39	0.45	-0.13	1.75	5
IG110	3.39	0.80	0.42	4.48	5
IG111	3.65	0.76	0.35	3.65	7
IG112	4.50	1.53	0.74	1.48	7
IG113	3.51	0.23	0.23	1.03	1
IG114	3.26	0.67	0.02	2.24	4
IG115	2.24	1.59	-0.06	0.75	9
IG116	3.20	0.45	-0.24	1.65	3
IG117	3.05	0.71	-0.43	1.19	4
IG118	3.23	1.07	-0.39	2.21	9
IG119	3.55	1.09	0.38	4.29	7
IG120	3.58	0.78	0.34	4.03	6
IG121	3.70	0.71	0.36	4.27	6
IG122	4.72	1.57	0.78	1.23	6
IG123	6.38	1.79	0.06	0.68	6
IG124	5.62	1.79	0.24	0.79	7
IG125	6.28	1.85	0.02	0.73	6
IG126	4.71	1.75	0.75	1.05	7
IG127	3.81	1.11	0.66	3.79	7
IG128	3.78	0.88	0.54	2.56	7
IG129	4.01	1.29	0.62	3.91	7
IG130	4.12	1.62	0.33	2.03	9
IG131	3.62	0.56	-0.05	2.74	7
IG132	1.48	1.52	0.56	1.82	10
IG133	3.47	0.65	-0.19	1.99	7
IG134	5.35	2.77	-0.16	0.57	9
IG135	2.58	3.00	0.75	1.33	10
IG136	3.51	0.34	0.36	1.57	3
IG137	3.41	0.27	0.08	1.07	2
IG138	3.34	0.30	0.12	1.42	2
IG139	3.39	0.25	0.24	1.43	2
IG140	7.39	1.51	-0.41	0.77	6
IG141	7.01	1.67	-0.28	0.81	6
IG142	2.38	1.02	-0.17	0.81	5
IG143	1.46	0.77	-0.21	1.16	5
IG144	1.20	0.60	0.06	1.02	3
IG145	7.02	1.48	-0.10	0.74	6
IG146	6.67	1.78	-0.16	0.73	6
IG147	6.13	1.91	0.10	0.51	6
IG149	2.53	1.66	0.31	1.78	9
IG150	0.92	0.79	0.34	1.41	5
IG151	1.38	0.99	0.09	1.04	5
IG152	3.31	2.52	0.47	0.90	10
IG153	6.86	1.86	-0.36	0.73	6

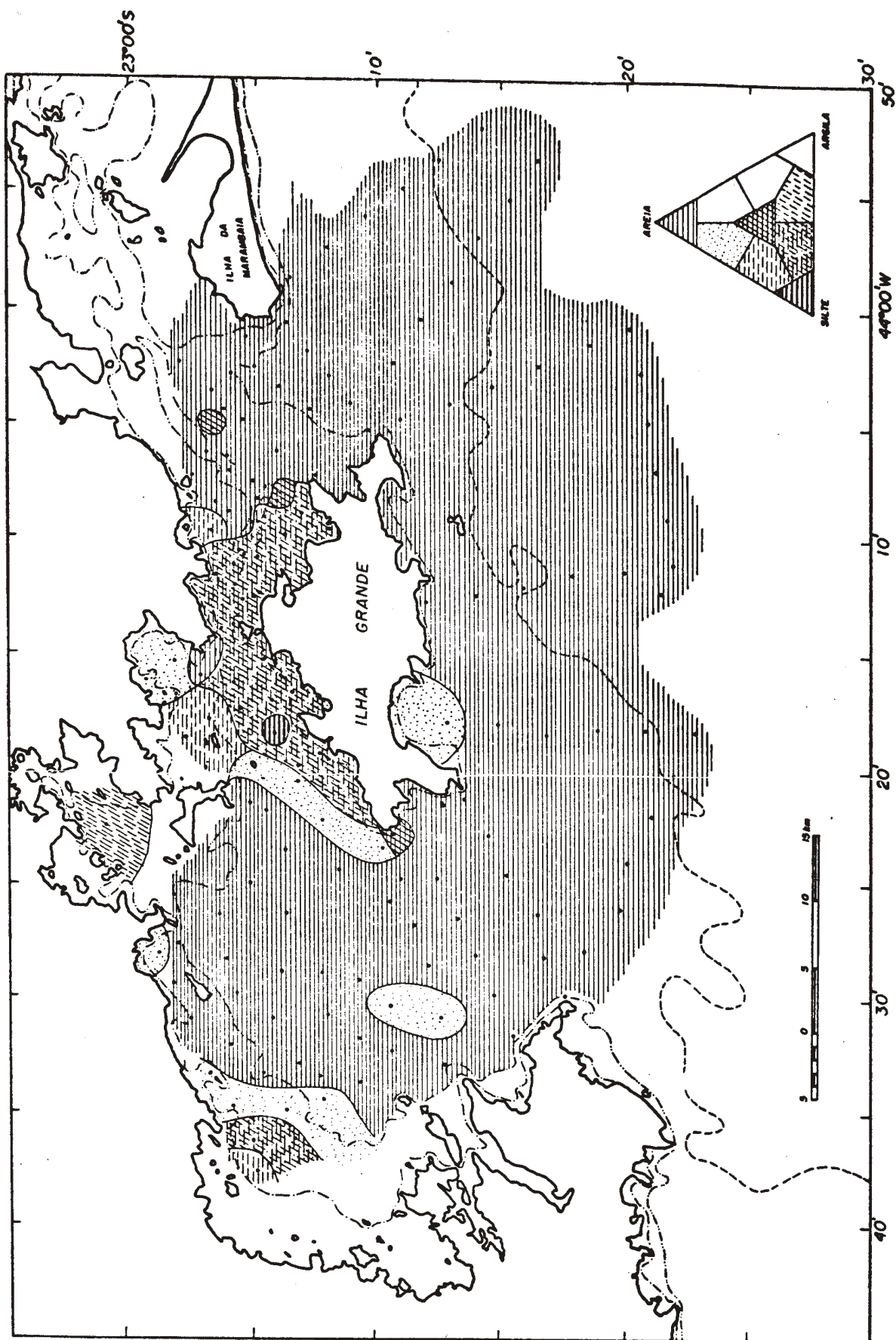


Figura 20. Distribuição dos sedimentos segundo Shepard (1954)

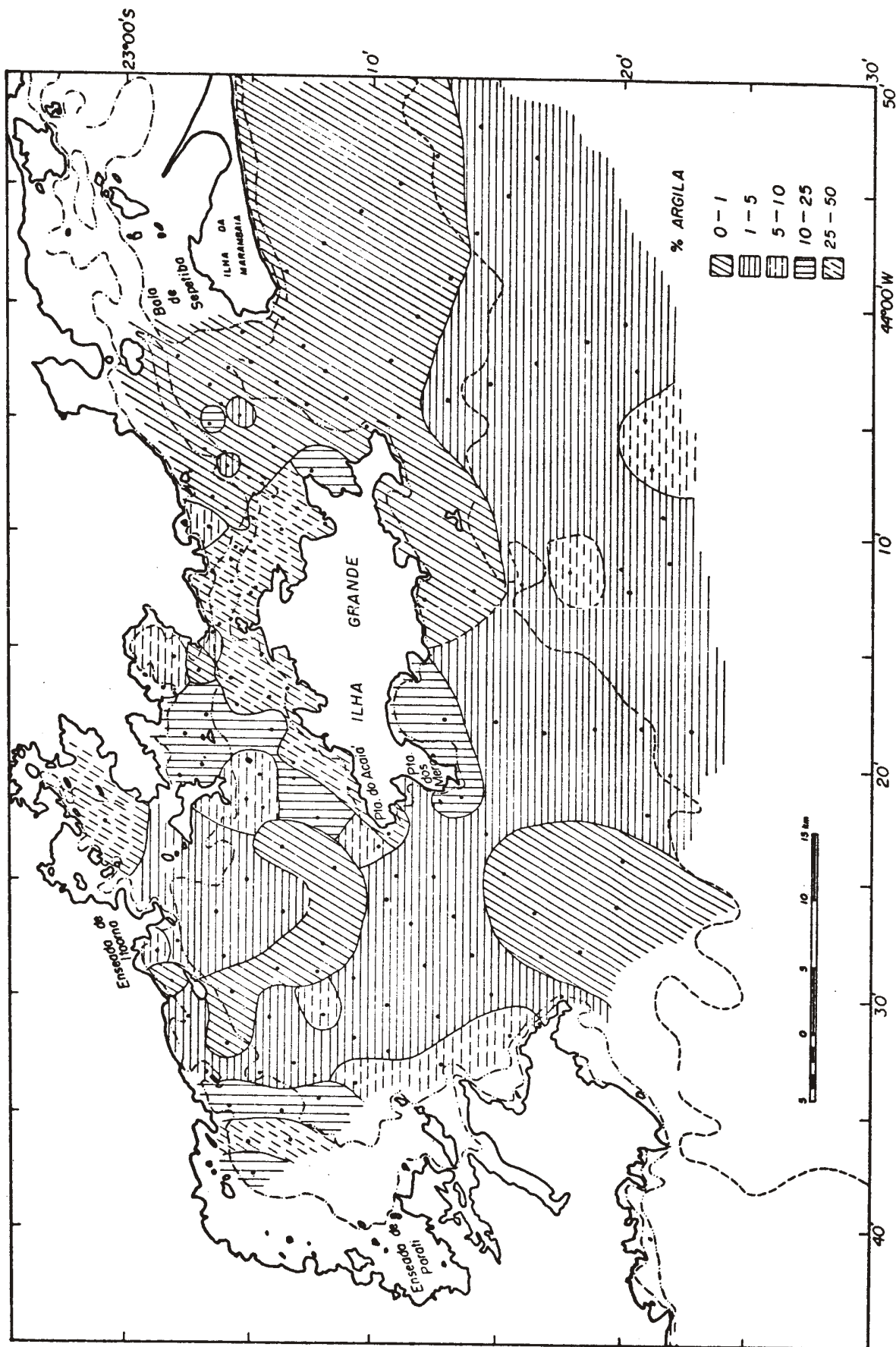


Figura 21. Distribuição da fração argila

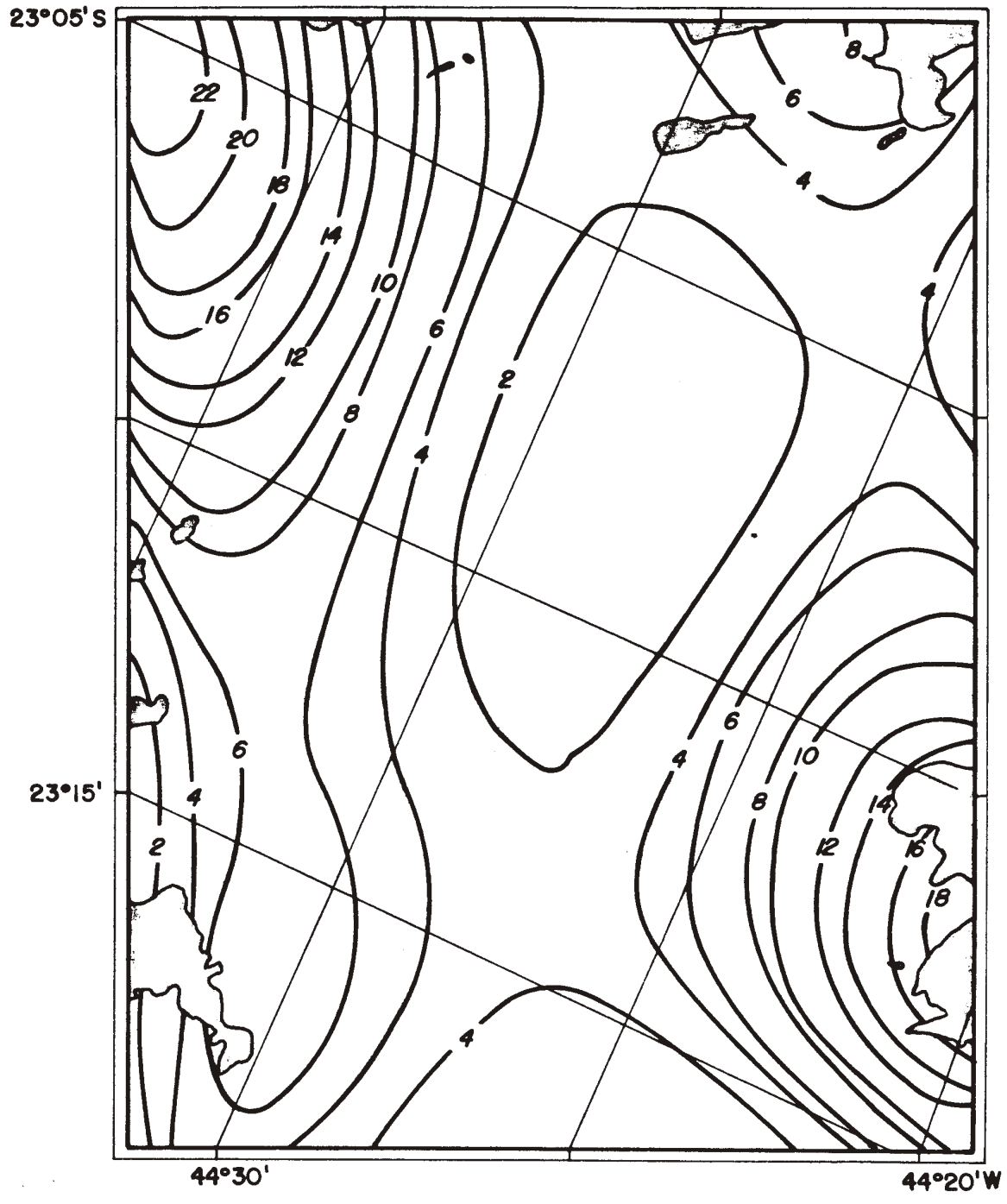


Figura 22. Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração argila na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.



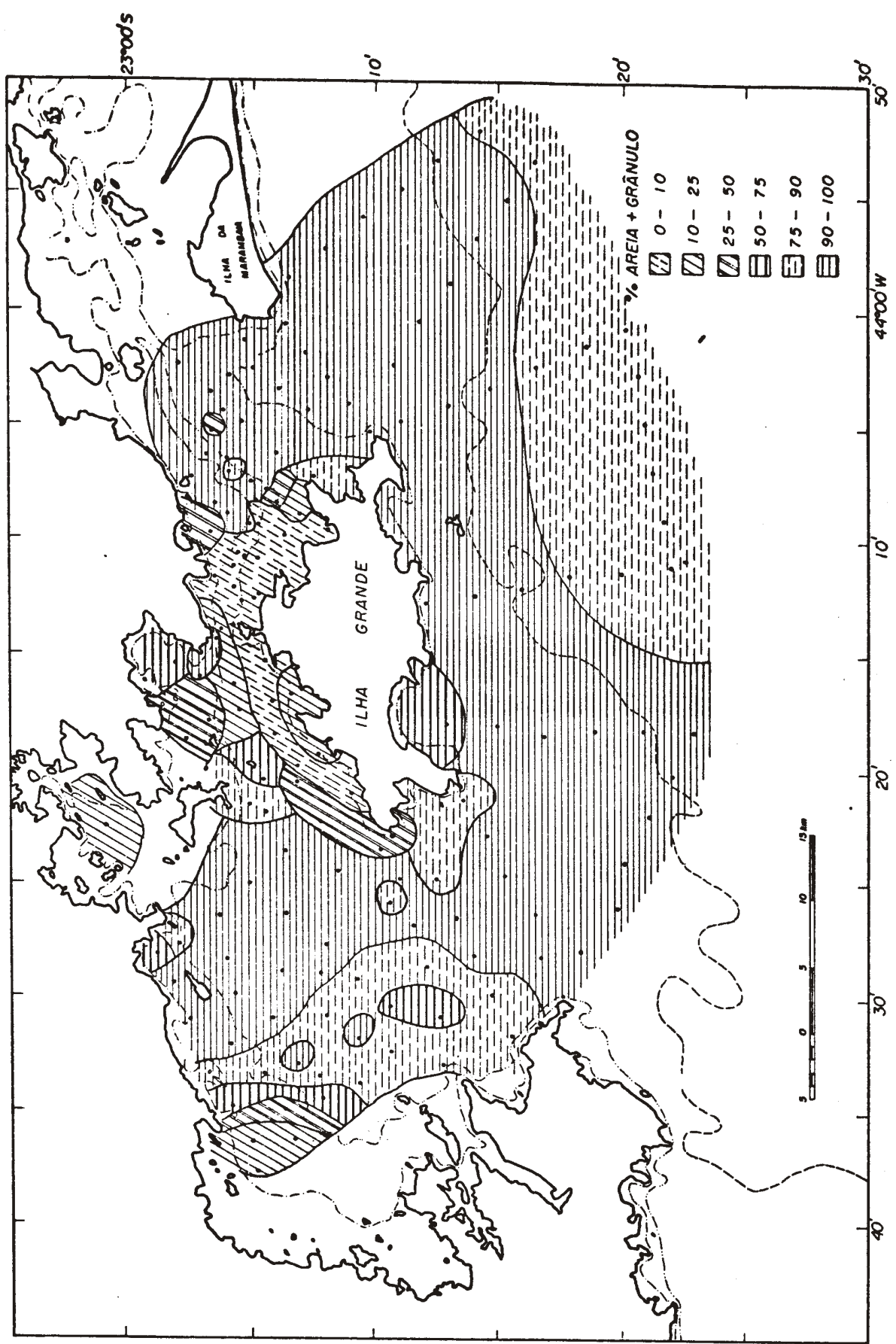


Figura 23. Distribuição da fração areia e grânulo

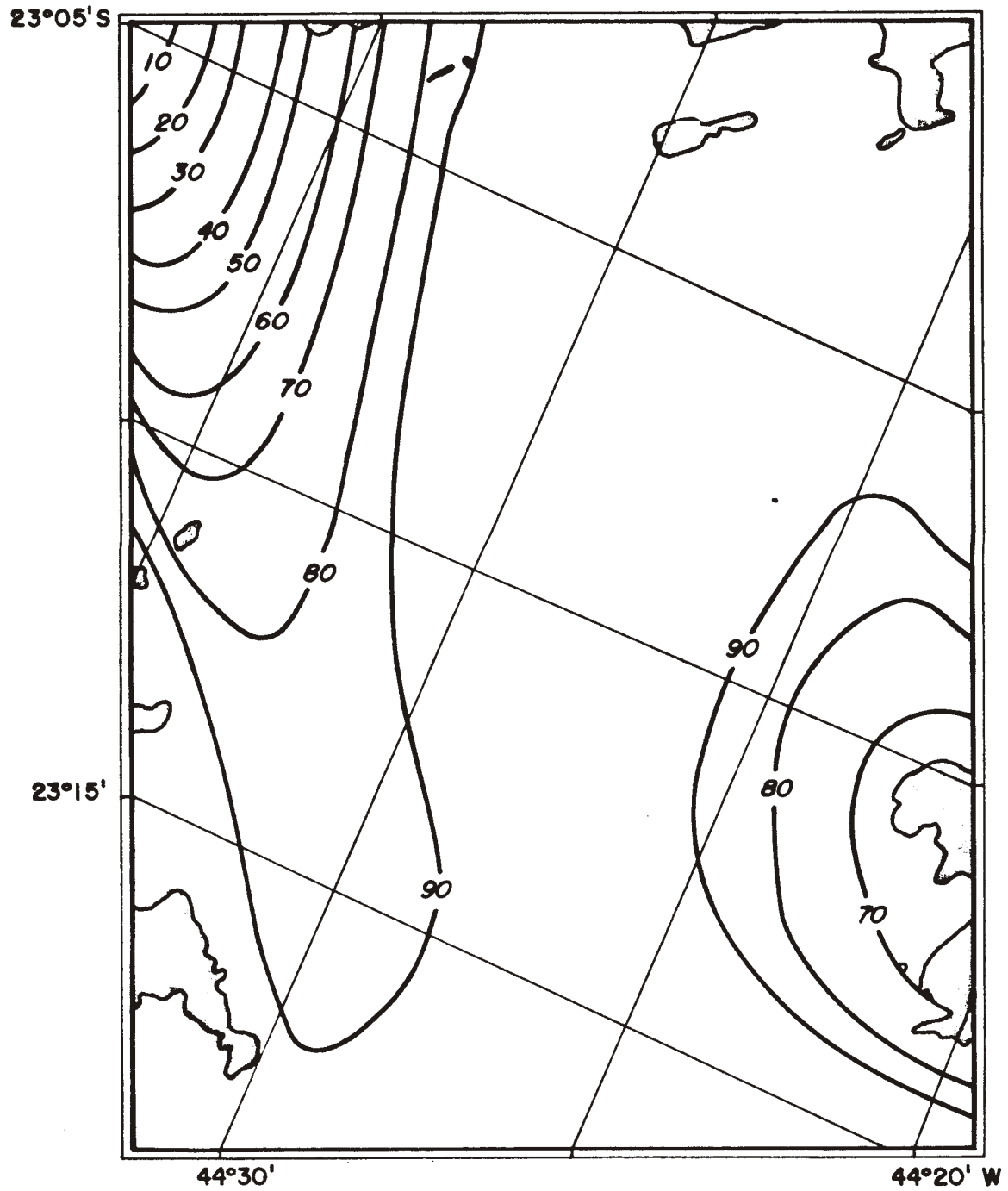


Figura 24. Superfície de tendência do quarto grau para a distribuição da fração areia e grânulo na Porção Oeste da Baía da Ilha Grande.

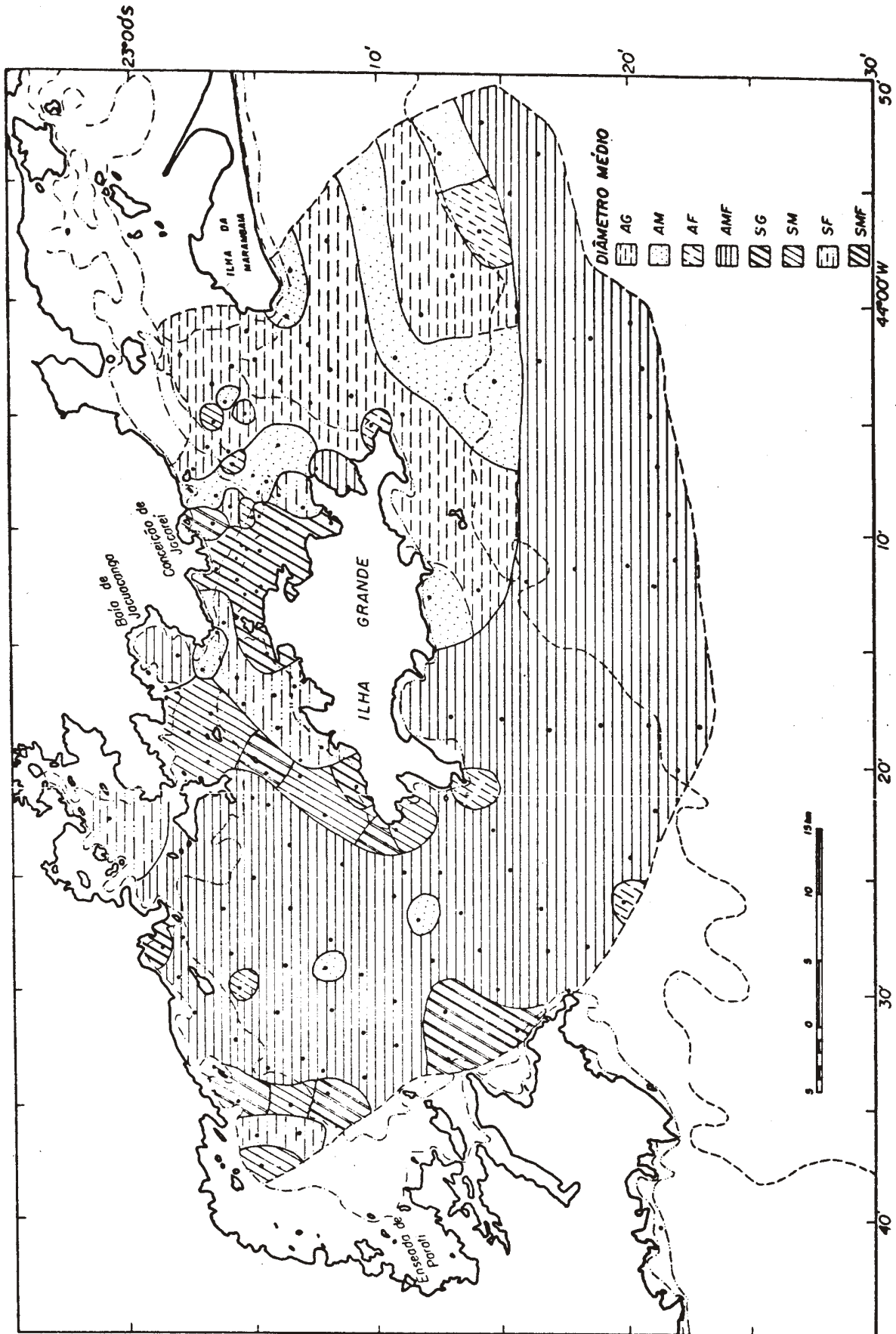


Figura 25. Distribuição dos sedimentos segundo o diâmetro médio

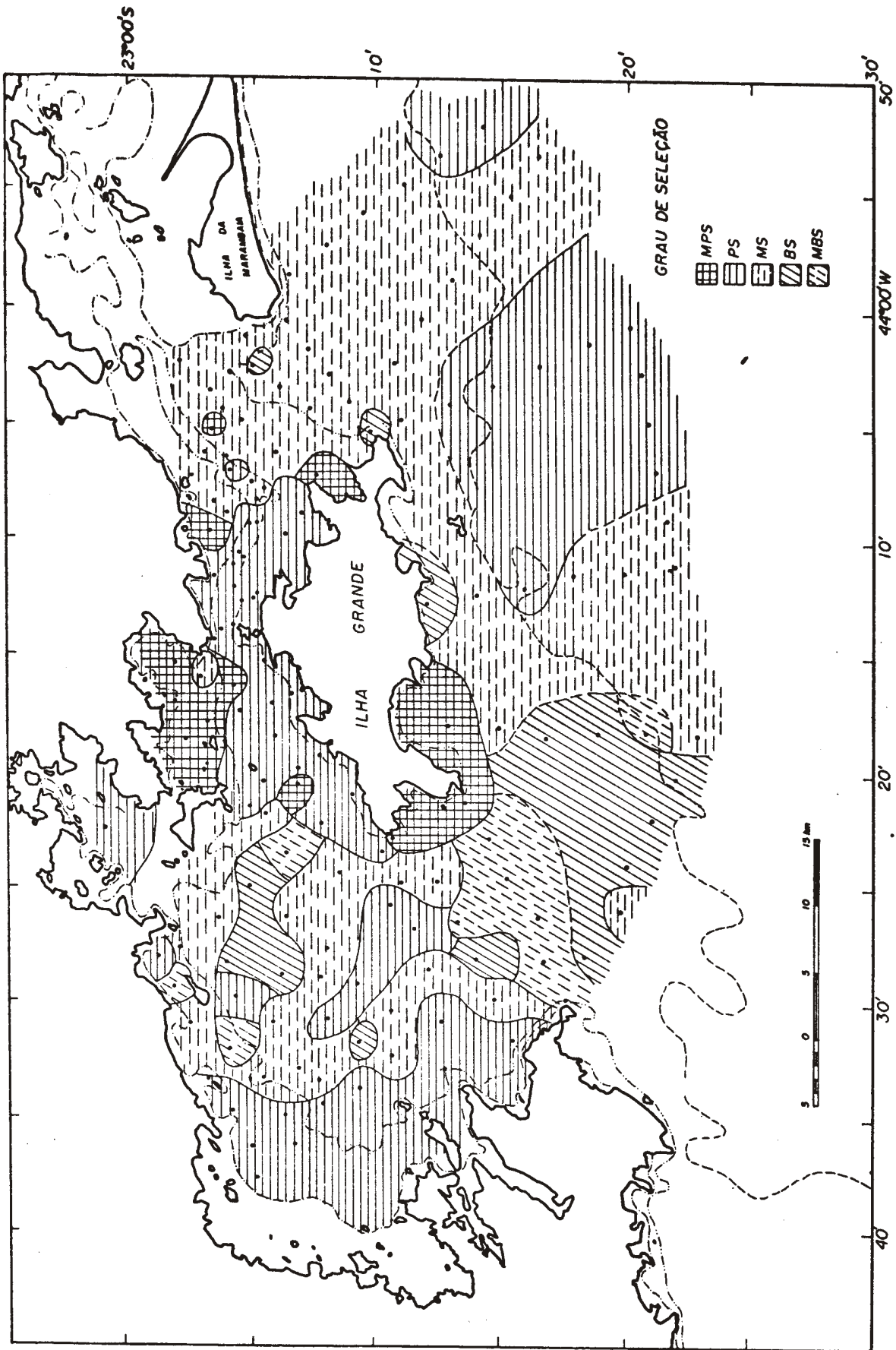


Figura 26. Distribuição dos sedimentos segundo o grau de seleção

TABELA VI. AUTOVALORES, AUTOVETORES E FATORES DE CARGA  
DOS COMPONENTES PRINCIPAIS DO 1o. CONJUNTO DE DADOS

---

AUTOVALORES, VARIANCIAS SIMPLES E ACUMULADA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
AUTOVALOR	5.48233	2.70330	1.23712
§ VARIANCIA	49.83930	24.57550	11.24650
§ VAR. ACUM.	49.83930	74.41470	85.66120

---

AUTOVETORES

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
GRANULO	-0.17295	-0.32453	-0.37603
AR. M. GROSSA	-0.22928	-0.39974	-0.30999
AR. GROSSA	-0.27186	-0.41695	-0.08938
AR. MEDIA	-0.27056	-0.30357	0.43032
AR. FINA	-0.19015	0.08285	0.68288
AR. M. FINA	-0.03795	0.56951	-0.29941
ST. GROSSO	0.34446	-0.05346	-0.03451
ST. MEDIO	0.39367	-0.17809	0.05199
ST. FINO	0.40189	-0.18323	0.05501
ST. M. FINO	0.39414	-0.18275	0.05855
ARGILA	0.37726	-0.19009	0.05498

---

FATOR DE CARGA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
GRANULO	-0.40495	-0.53358	-0.41824
AR. M. GROSSA	-0.53685	-0.65725	-0.34479
AR. GROSSA	-0.63655	-0.68553	-0.09942
AR. MEDIA	-0.63351	-0.49912	0.47863
AR. FINA	-0.44522	0.13622	0.75954
AR. M. FINA	-0.08885	0.93638	-0.33302
ST. GROSSO	0.80654	-0.08789	-0.03838
ST. MEDIO	0.92175	-0.29281	0.05782
ST. FINO	0.94101	-0.30126	0.06119
ST. M. FINO	0.92284	-0.30048	0.06513
ARGILA	0.88332	-0.31254	0.06116

---

TABELA VII. AUTOVALORES, AUTOVETORES E FATORES DE CARGA  
DOS COMPONENTES PRINCIPAIS DO 2o. CONJUNTO DE DADOS

---

AUTOVALORES, VARIANCIAS SIMPLES E ACUMULADA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
AUTOVALOR	3.59100	1.87761	0.98607
% VARIANCIA	44.88750	23.47010	12.32580
% VAR. ACUM.	44.88750	68.35750	80.68330

---

AUTOVETORES

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
% AREIA	0.51774	0.00590	-0.01759
% SILTE	-0.05439	0.13438	-0.97831
% ARGILA	-0.50563	-0.07236	-0.01423
DIAM. MEDIO	-0.46736	0.08160	0.32918
D. PADRAO	-0.39456	0.31640	-0.15373
ASSIMETRIA	0.17756	0.50338	0.01758
CURTOSE	0.23309	0.48380	-0.03428
Nº CLAS. TEXT.	-0.11562	0.61843	-0.12726

---

FATOR DE CARGA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
% AREIA	0.98111	0.00808	-0.01746
% SILTE	-0.10307	0.18413	0.97147
% ARGILA	-0.95817	-0.09915	-0.01413
DIAM. MEDIO	-0.88565	0.11181	0.03269
D. PADRAO	-0.74768	0.43355	-0.15266
ASSIMETRIA	0.33648	0.68976	0.01745
CURTOSE	0.44170	0.66293	-0.03404
Nº CLAS. TEXT.	-0.21910	0.84741	-0.12637

---

TABELA VIII. AUTOVALORES, AUTOVETORES E FATORES DE CARGA DOS COMPONENTES PRINCIPAIS DO 3o. CONJUNTO DE DADOS

AUTOVALORES, VARIANCIAS SIMPLES E ACUMULADA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
AUTOVALOR	8.90315	3.53924	1.71414
% VARIANCIA	49.46180	19.66240	9.52295
% VAR. ACUM.	49.46180	69.12420	78.64710

AUTOVETORES

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
GRANULO	-0.10707	-0.27634	0.19033
AR. M. GROSSA	-0.14847	-0.35053	0.21744
AR. GROSSA	-0.18015	-0.38259	0.20636
AR. MEDIA	-0.18094	-0.32577	0.04613
AR. FINA	-0.13918	-0.03255	-0.20137
AR. M. FINA	-0.07917	0.48777	-0.09565
ST. GROSSO	0.27247	0.03802	0.17830
ST. MEDIO	0.31997	-0.07947	0.02961
ST. FINO	0.32681	-0.08461	-0.00962
ST. M. FINO	0.32028	-0.09003	-0.05915
ARGILA	0.30773	-0.10269	-0.09901
% AREIA	-0.32890	0.08824	0.01421
% SILTE	0.32915	-0.06028	0.03525
DIAM. MEDIO	0.31731	0.13262	-0.12021
D. PADRAO	0.23434	-0.07889	0.40279
ASSIMETRIA	-0.06879	0.25700	0.44281
CURTOSE	-0.10611	0.39086	0.23032
Nº CLAS. TEXT.	0.08265	0.14719	0.59056

FATOR DE CARGA

	1o COMP.	2o COMP.	3o COMP.
GRANULO	-0.31948	-0.51987	0.24919
AR. M. GROSSA	-0.44302	-0.65946	0.28468
AR. GROSSA	-0.53755	-0.71976	0.27018
AR. MEDIA	-0.53990	-0.61287	0.06040
AR. FINA	-0.41530	-0.06124	-0.26364
AR. M. FINA	-0.23624	0.91763	-0.12523
ST. GROSSO	0.81302	0.07152	0.23343
ST. MEDIO	0.95474	-0.14951	0.03877
ST. FINO	0.97514	-0.15918	-0.01260
ST. M. FINO	0.95566	-0.16937	-0.07744
ARGILA	0.91822	-0.19319	0.01861
% AREIA	-0.98138	0.16600	0.04615
% SILTE	0.98213	-0.11340	-0.12963
DIAM. MEDIO	0.94680	0.24949	-0.15738
D. PADRAO	0.69926	-0.14842	0.52736
ASSIMETRIA	-0.20528	0.48348	0.57975
CURTOSE	-0.31660	0.73532	0.30155
Nº CLAS. TEXT.	0.24663	0.27691	0.77319

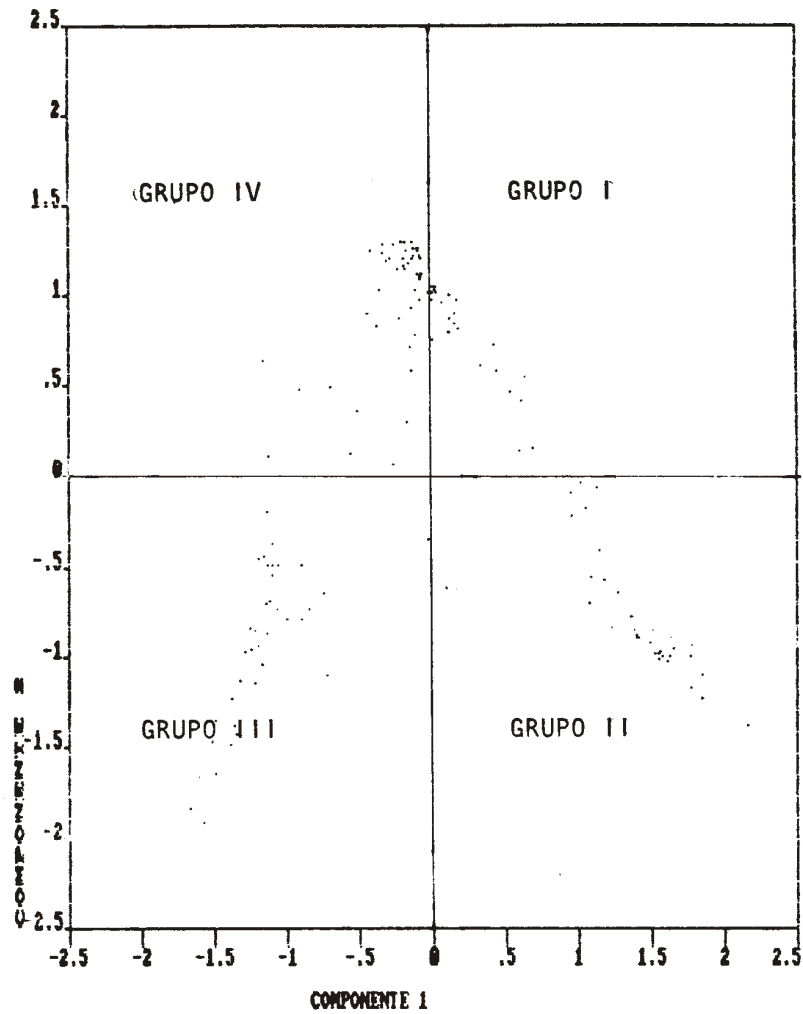


Figura 27. Distribuição das amostras segundo as duas primeiras Componentes Principais, para o conjunto de 11 variáveis.



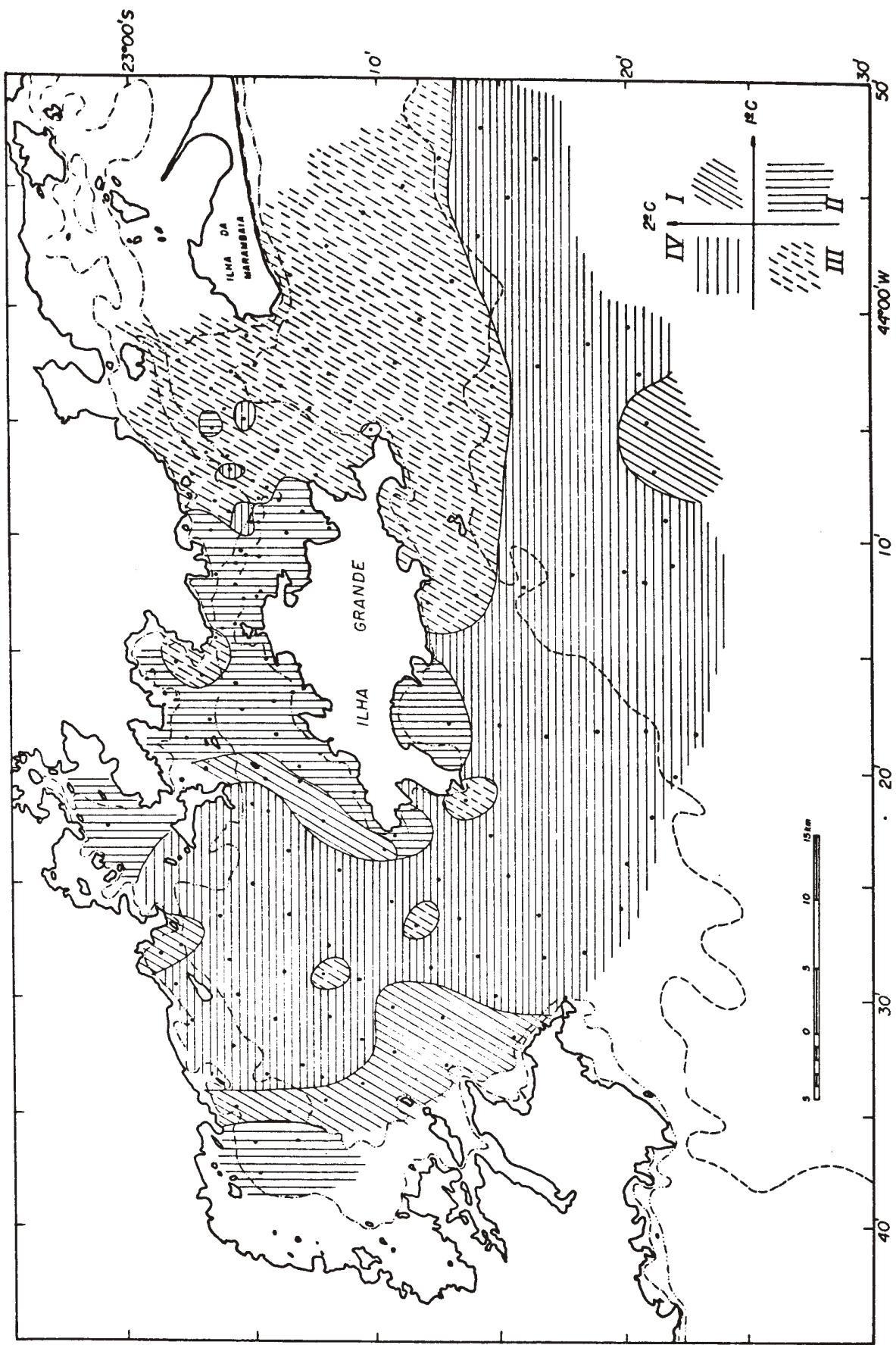


Figura 28. Caracterização dos sedimentos segundo as duas primeiras componentes principais (conjunto de 11 variáveis)

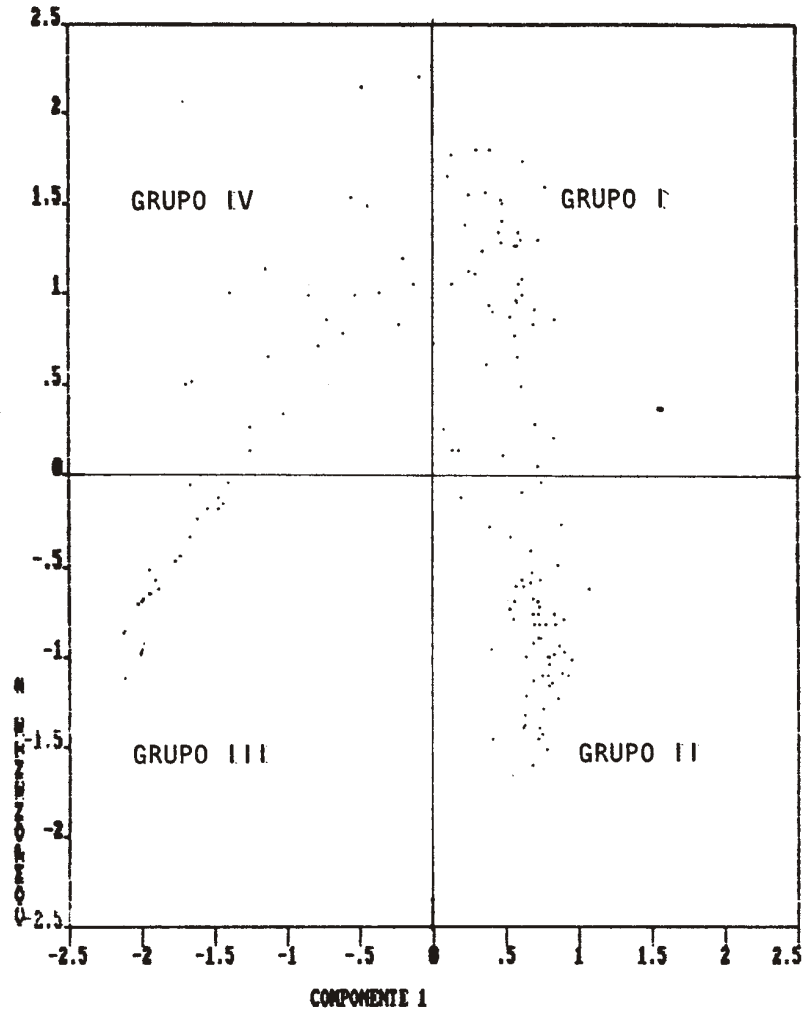


Figura 29. Distribuição das amostras segundo as duas primeiras Componentes Principais, para o conjunto de 8 variáveis.

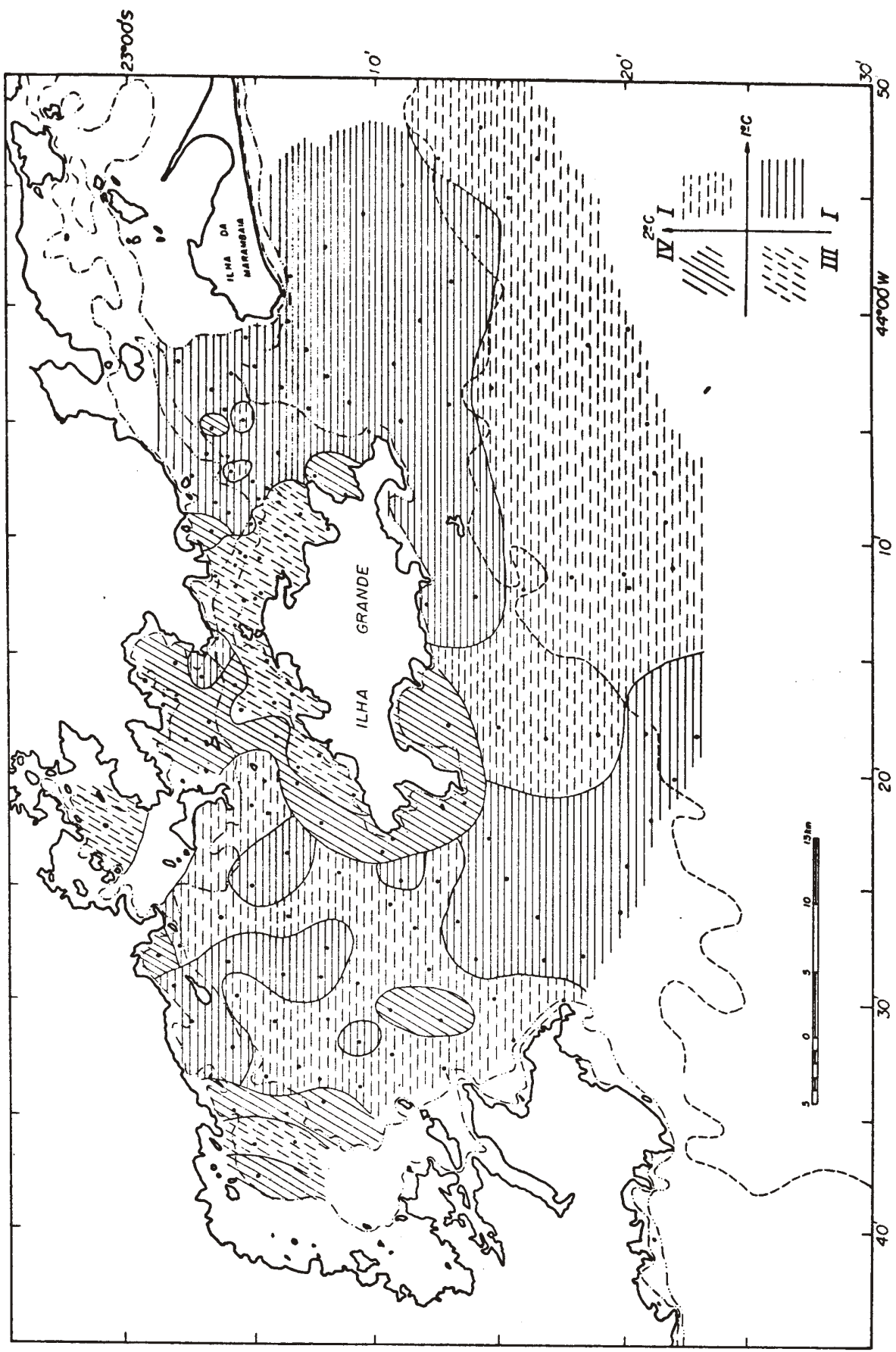


Figura 30. Caracterização dos sedimentos segundo as duas primeiras componentes principais (conjunto de 8 variáveis)

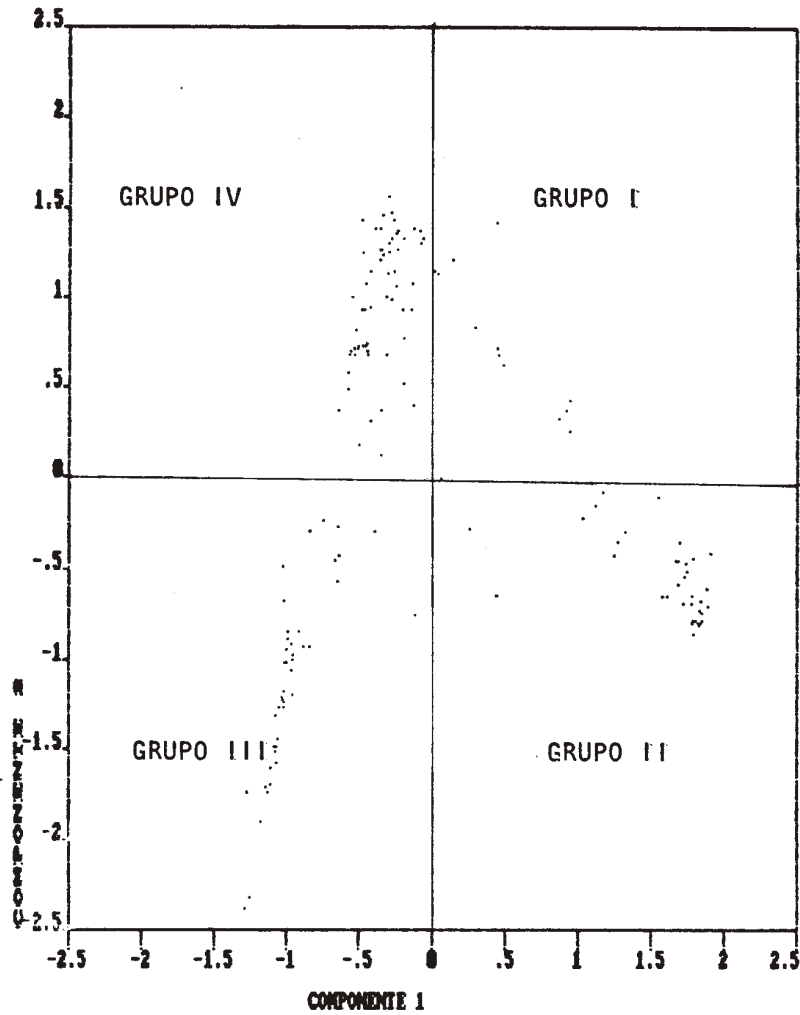


Figura 31. Distribuição das amostras segundo as duas primeiras Componentes Principais, para o conjunto de 18 variáveis.

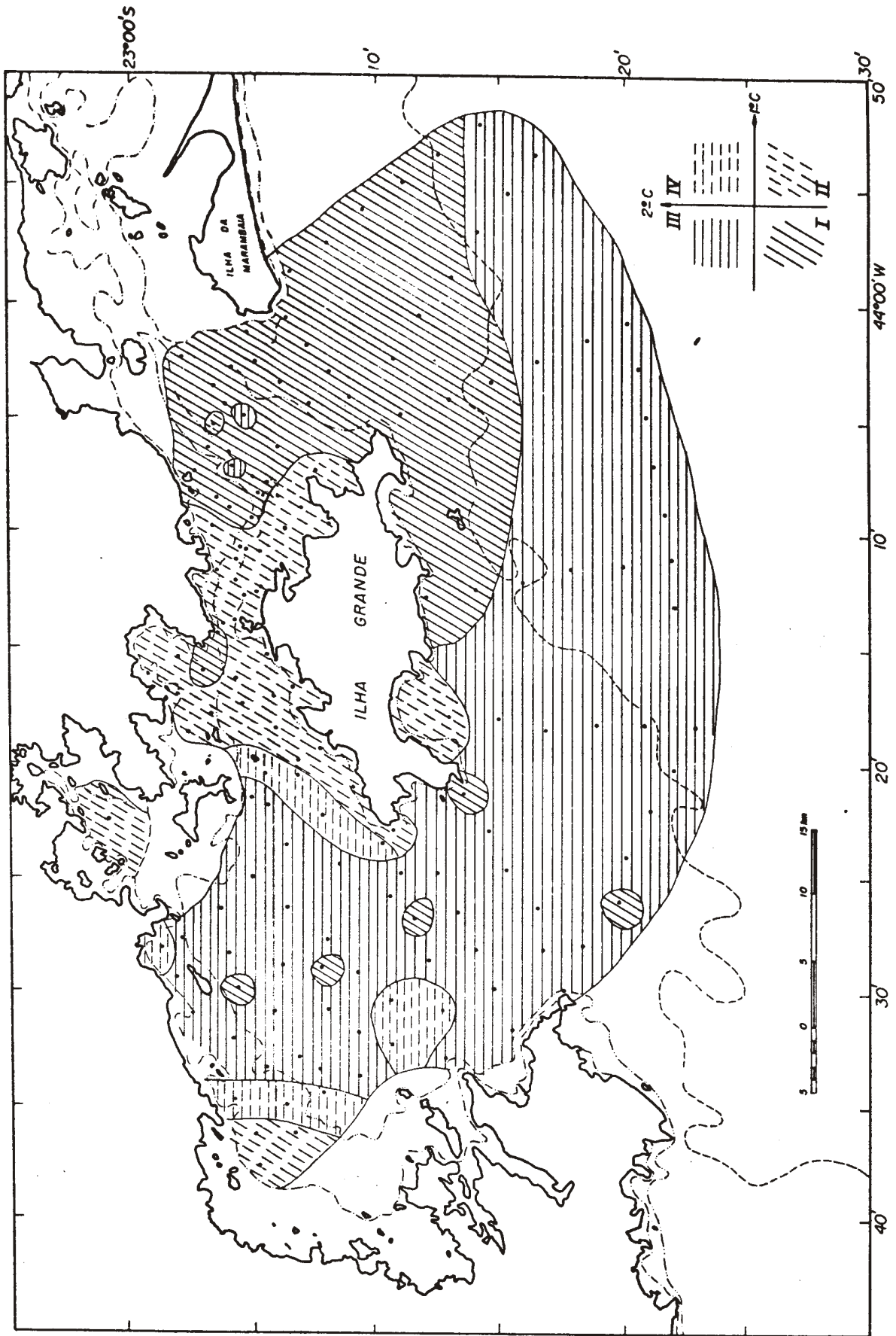


Figura 32. Caracterização dos sedimentos segundo as duas primeiras componentes principais (conjunto de 18 variáveis)

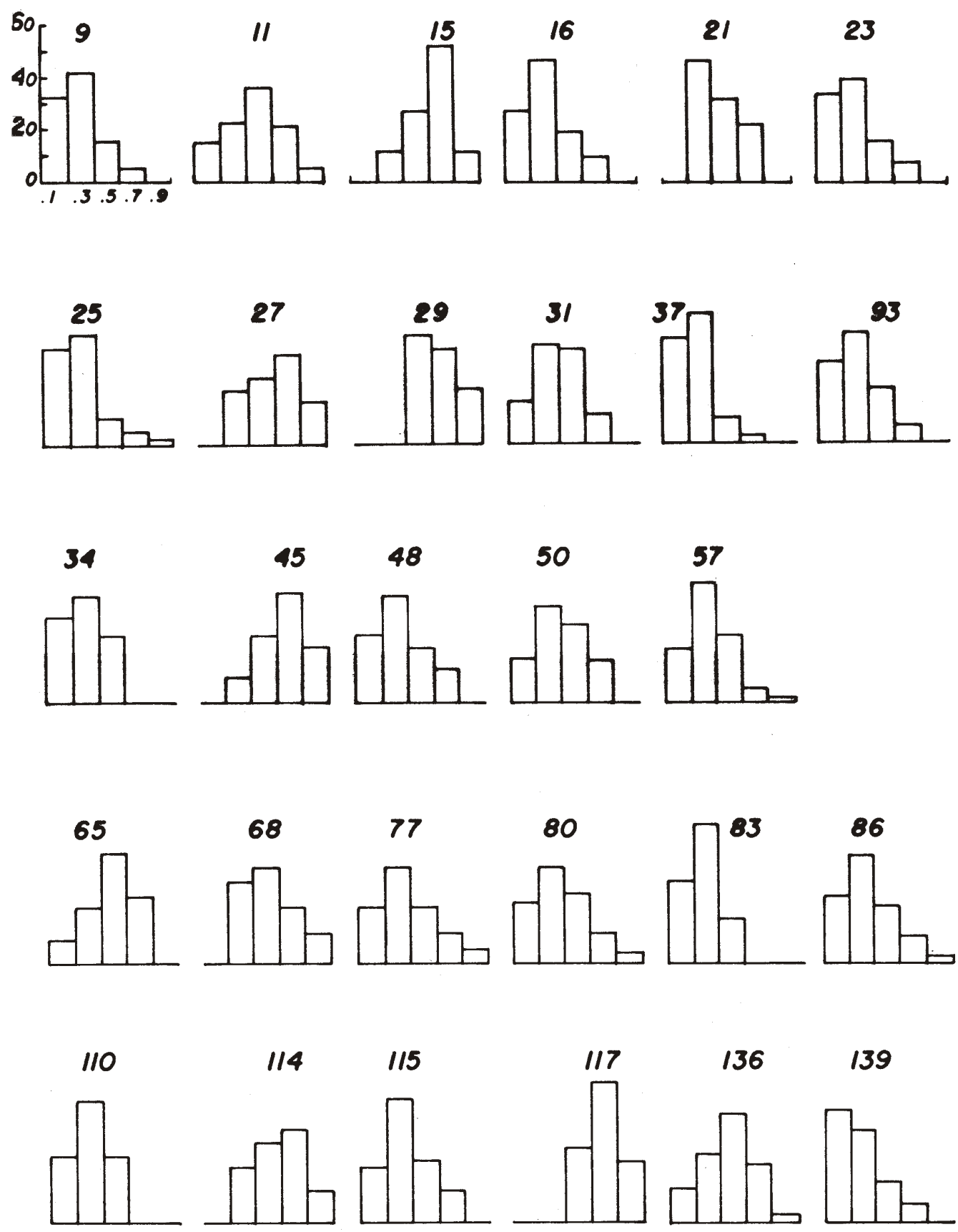


Figura 33. Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,125 mm

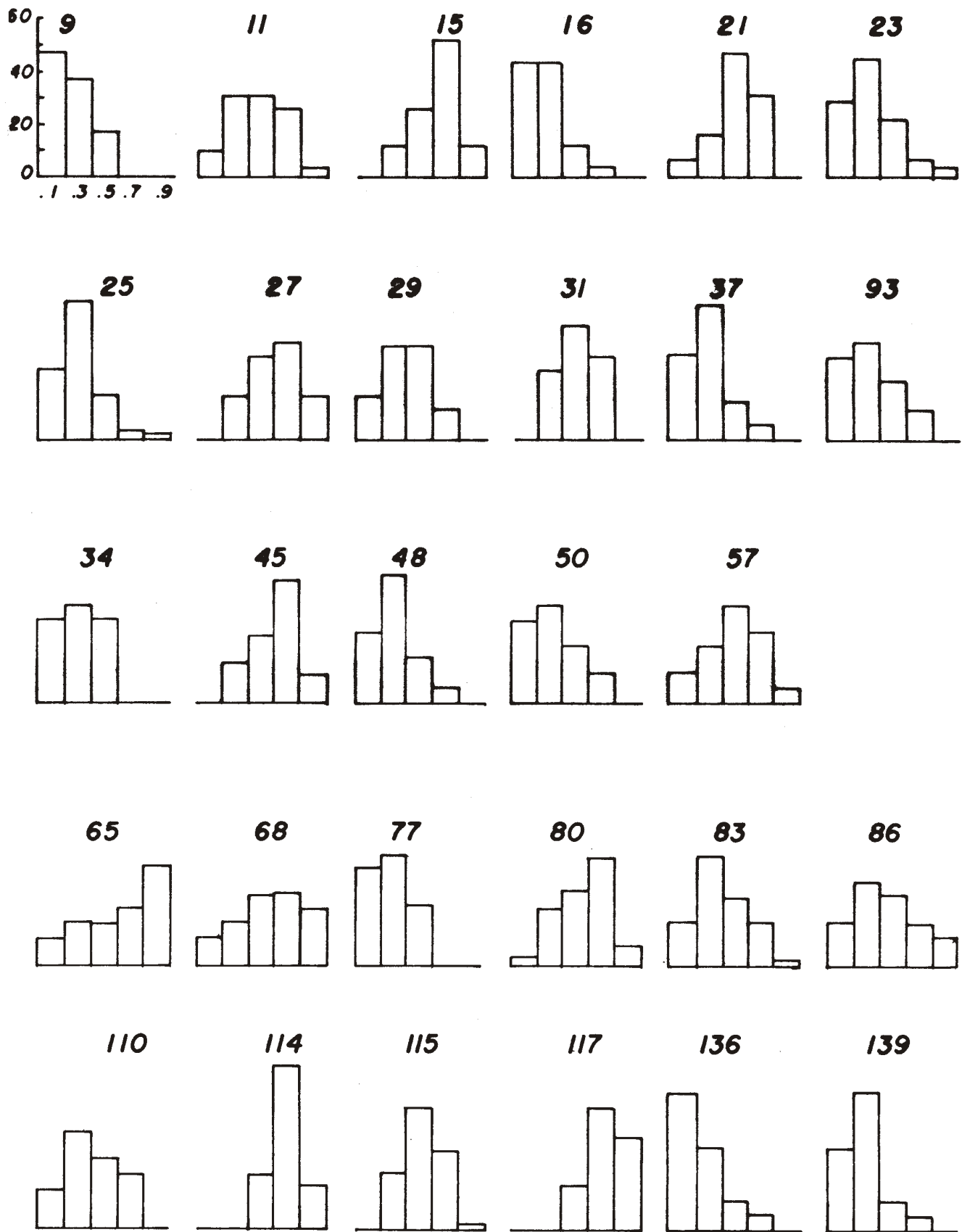


Figura 34. Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,062 mm

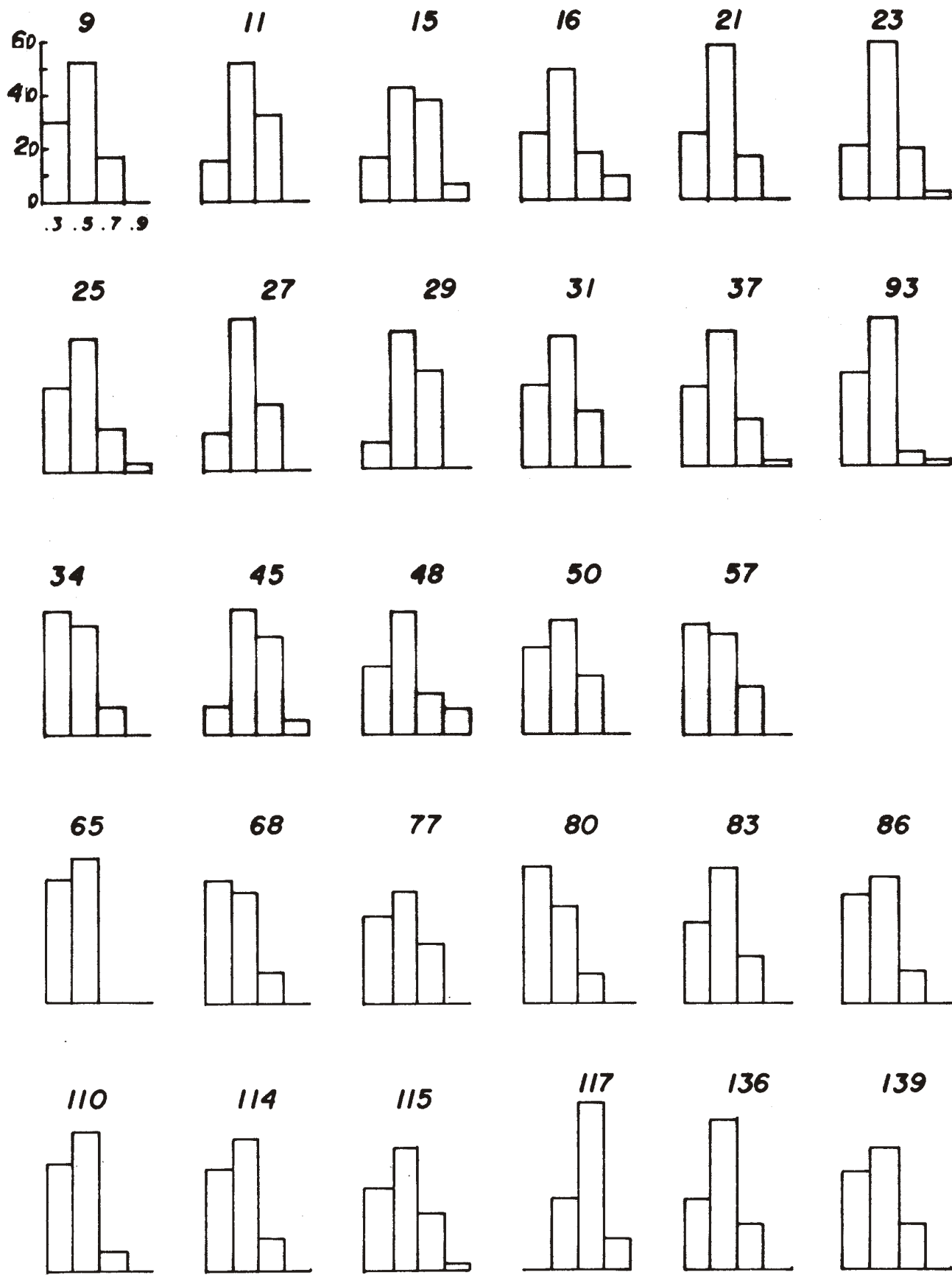


Figura 35. Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,125 mm



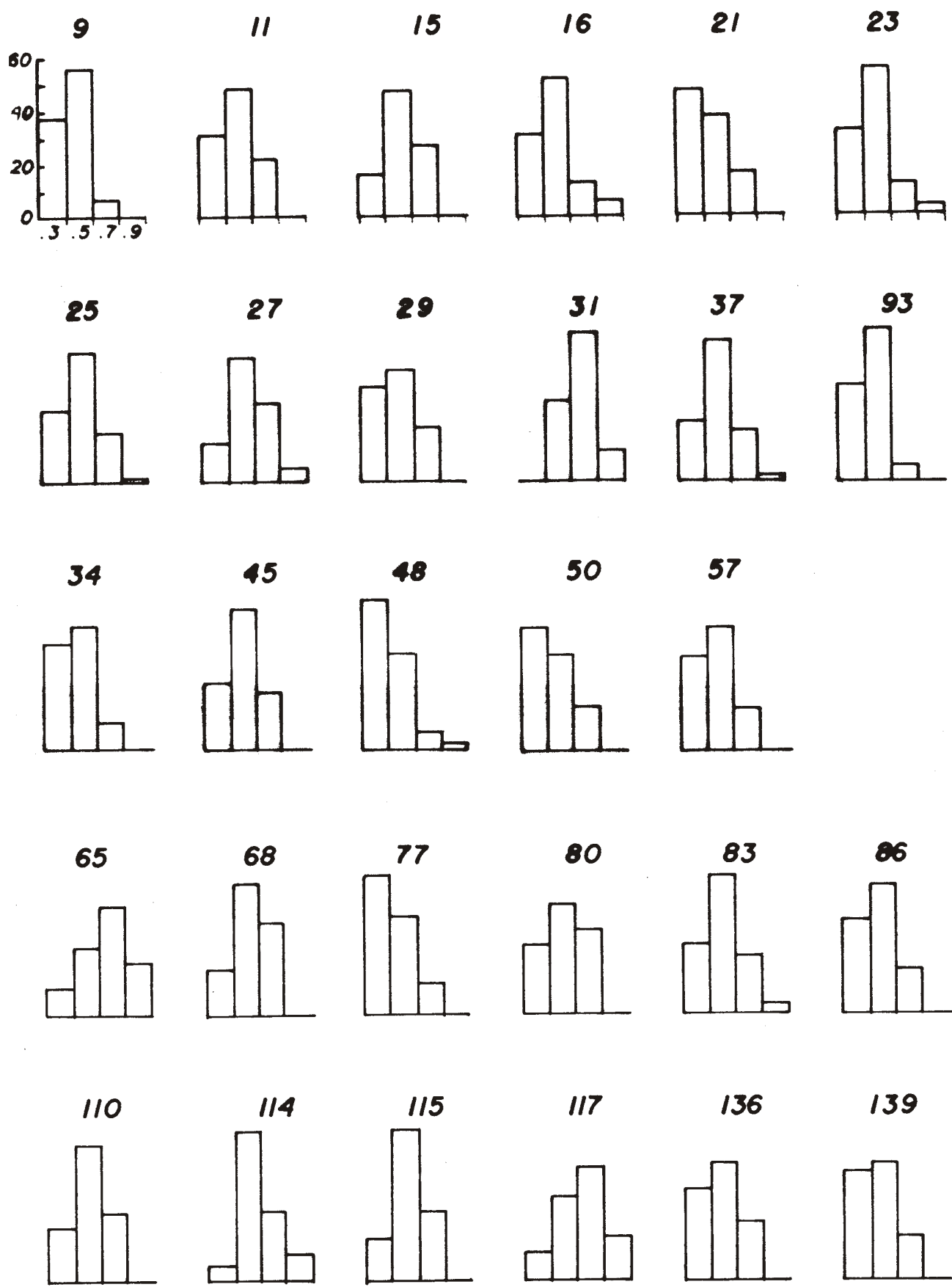


Figura 36. Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,062 mm

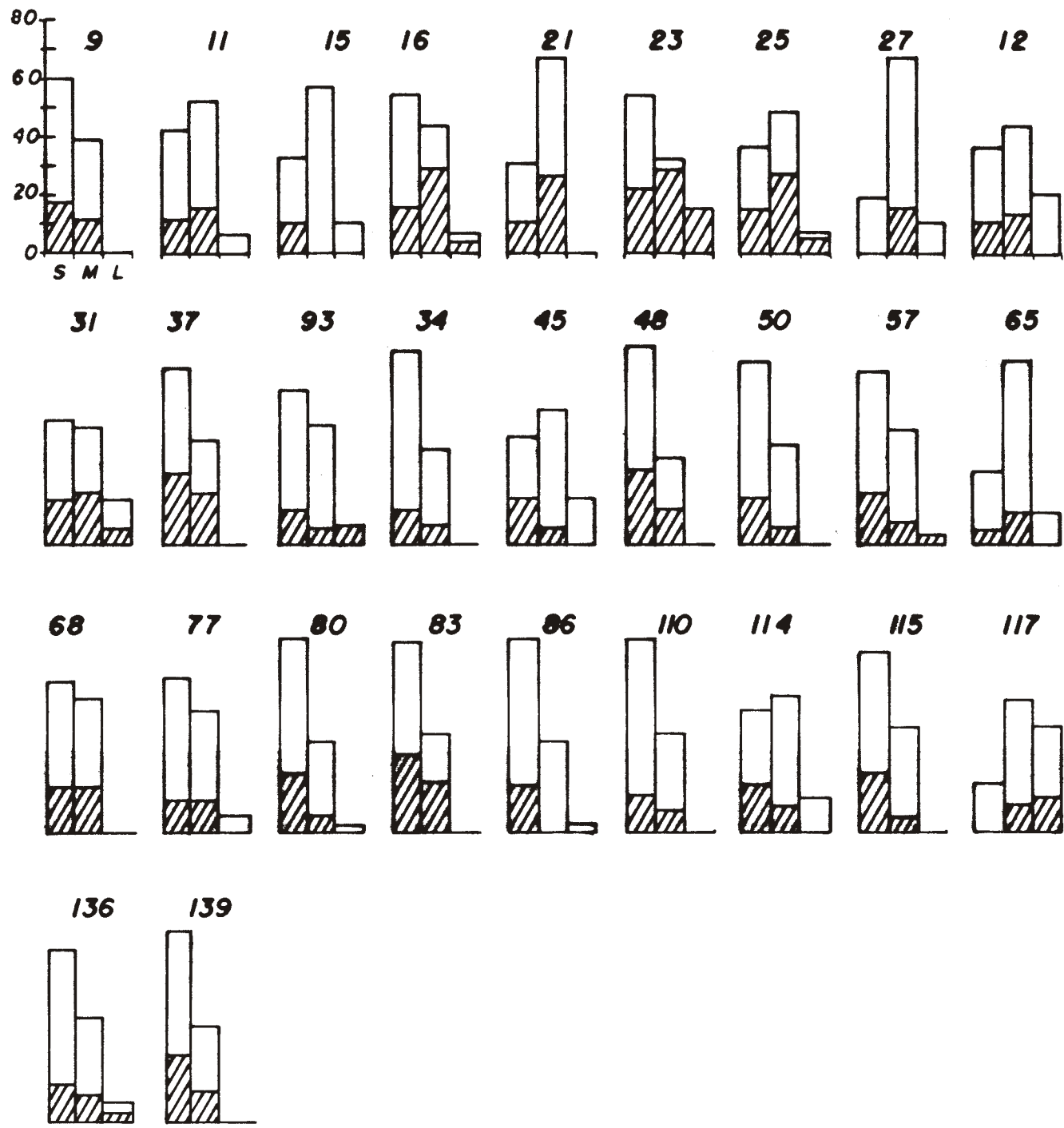


Figura 37. Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,125 mm

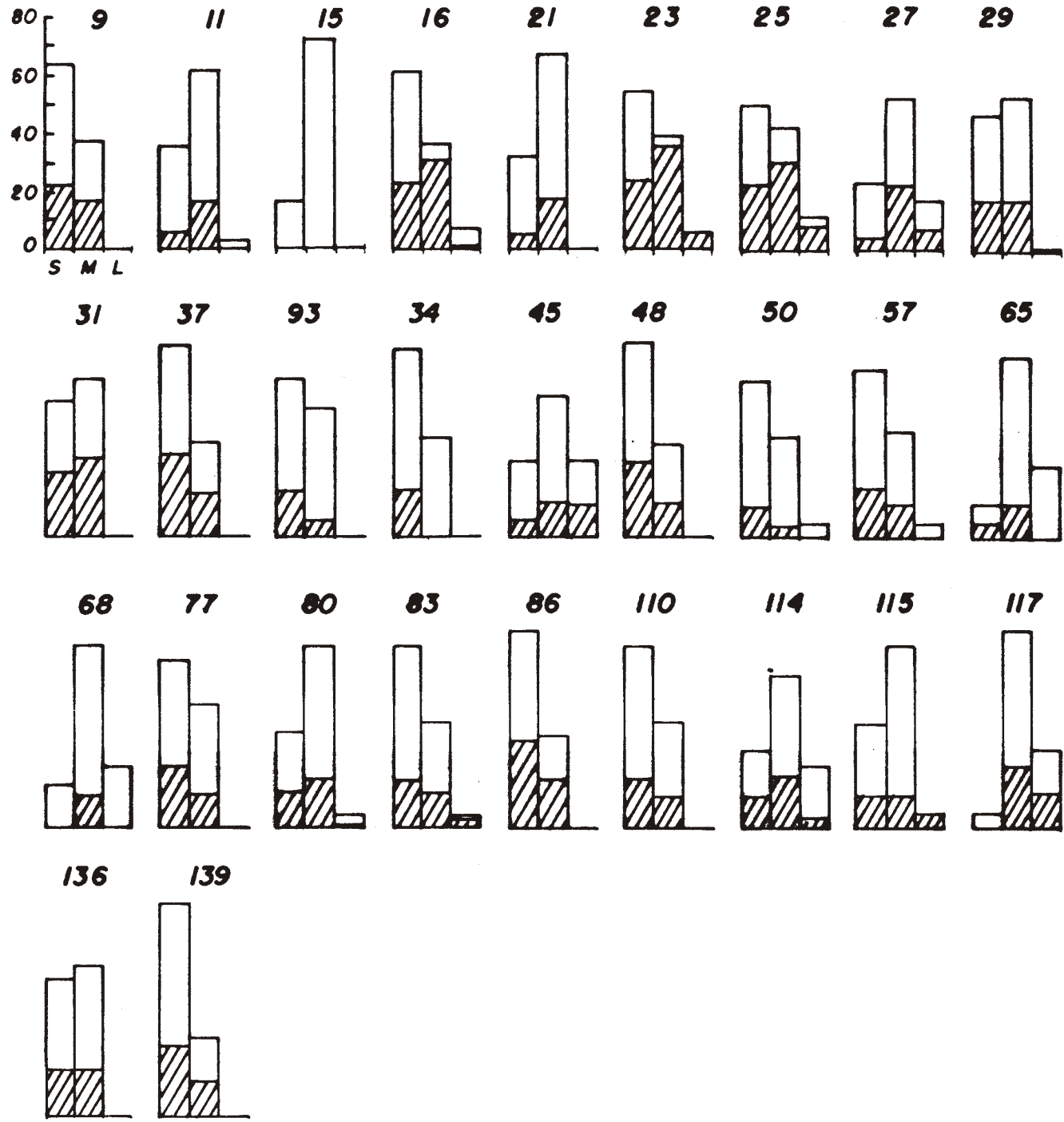


Figura 38. Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,062 mm

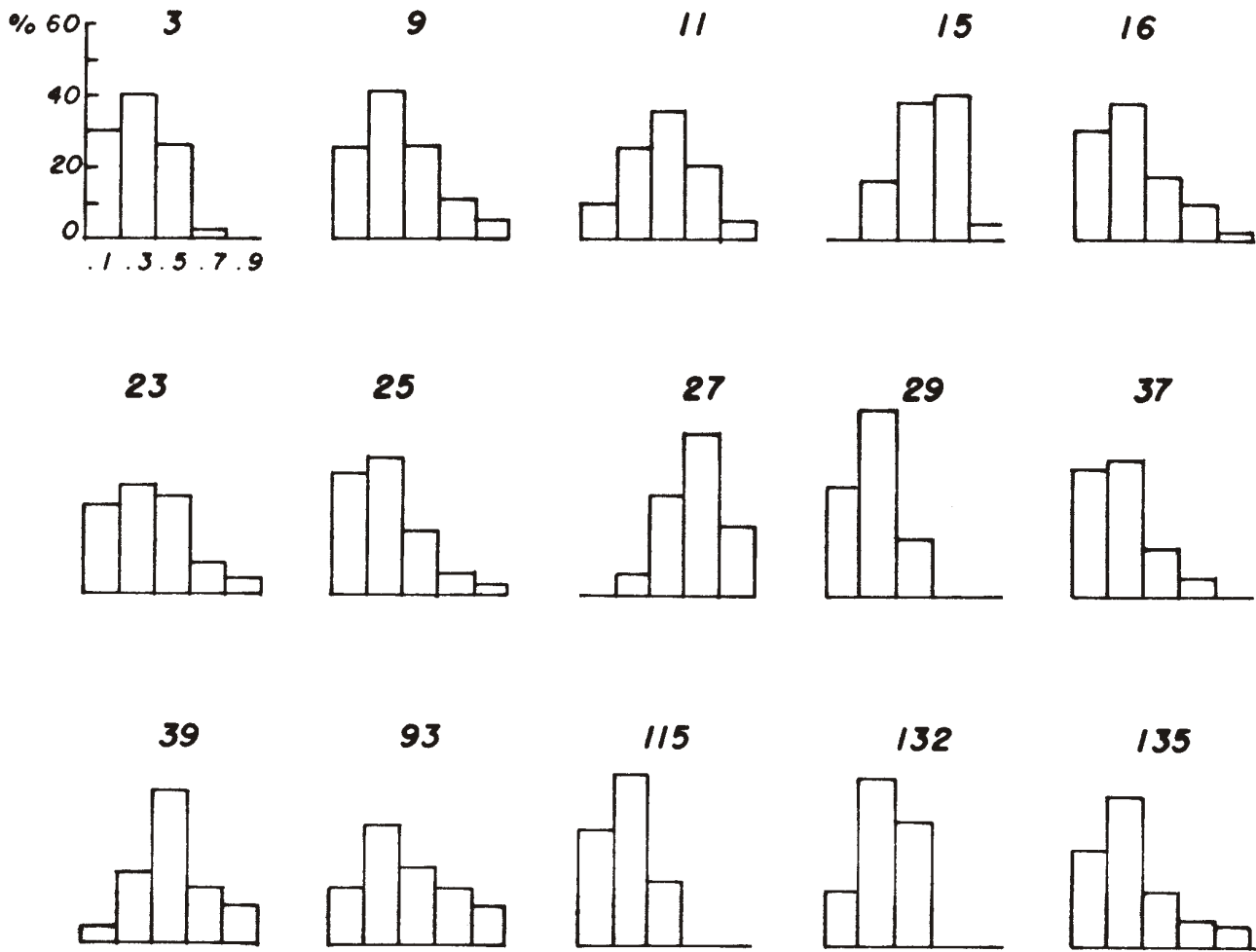


Figura 39, Histogramas representativos do arredondamento da fração 0,500 mm

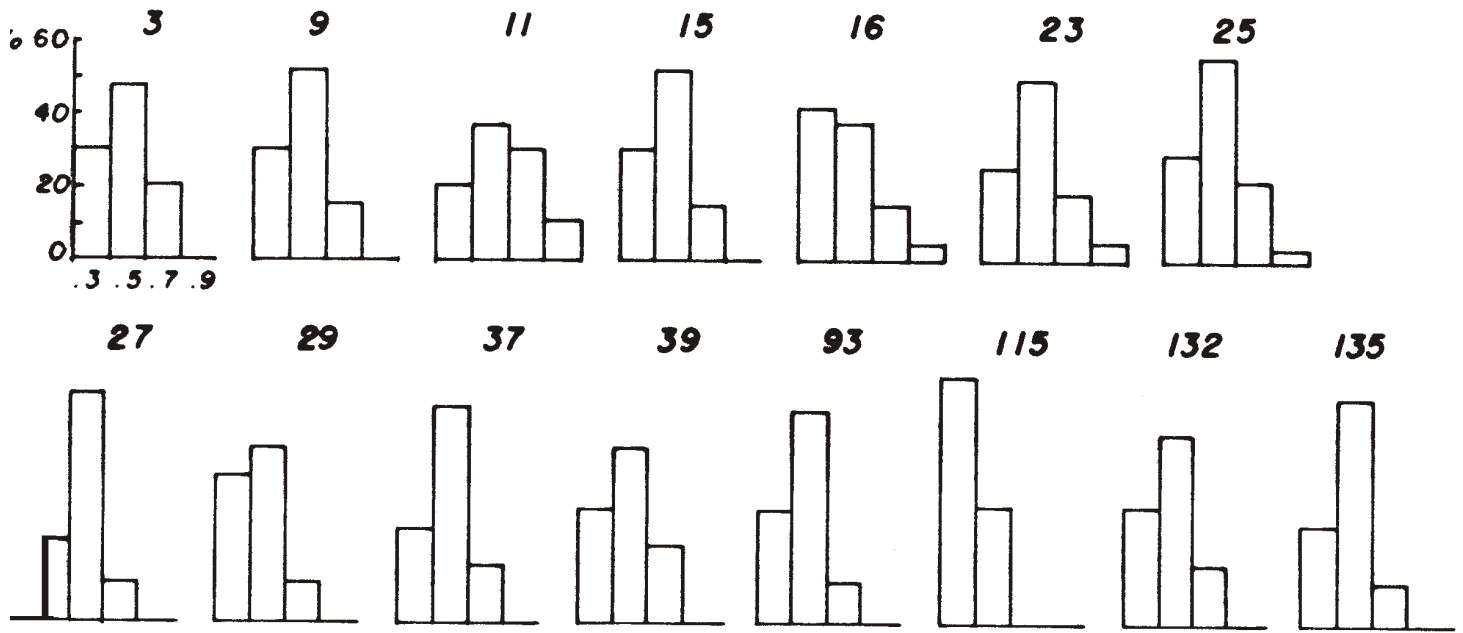


Figura 40. Histogramas representativos da esfericidade da fração 0,500 mm

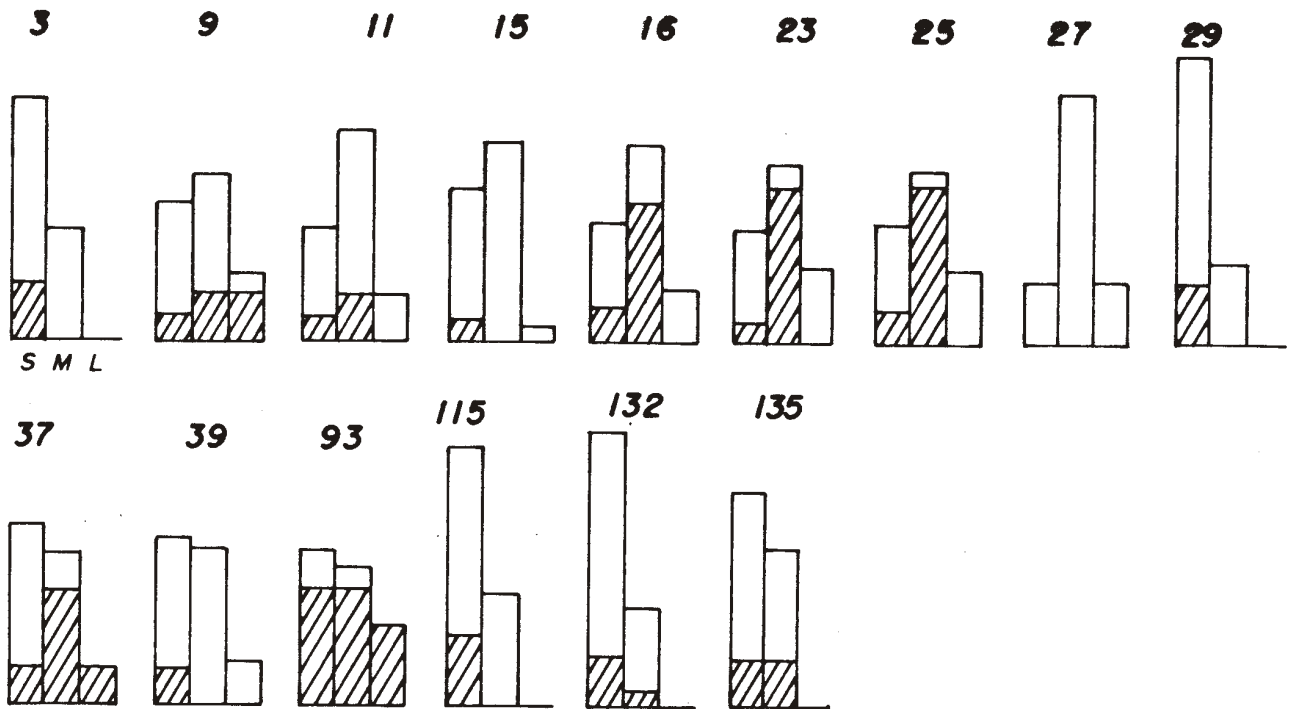


Figura 41. Histogramas representativos da textura superficial da fração 0,500 mm

TABELA IX. TEOR DE CARBONATO BIODETRITICO

AMOSTRA	% CARB.	AMOSTRA	% CARB.	AMOSTRA	% CARB.
IG1	26.0	IG52	17.0	IG103	14.0
IG2	31.0	IG53	32.0	IG104	36.0
IG3	20.0	IG54	41.0	IG105	26.0
IG4	32.0	IG55	7.0	IG106	29.0
IG5	31.0	IG56	6.0	IG107	16.0
IG6	27.0	IG57	9.0	IG108	4.0
IG7	28.0	IG58	13.0	IG109	8.0
IG8	25.0	IG59	19.0	IG110	9.0
IG9	7.0	IG60	17.0	IG111	9.0
IG10	8.0	IG61	51.0	IG112	10.0
IG11	17.0	IG62	56.0	IG113	7.0
IG12	14.0	IG63	53.0	IG114	9.0
IG13	8.0	IG64	19.0	IG115	24.0
IG14	14.0	IG65	7.0	IG116	4.0
IG15	10.0	IG66	8.0	IG117	5.0
IG16	10.0	IG67	5.0	IG118	8.0
IG17	13.0	IG68	17.0	IG119	11.0
IG18	6.0	IG69	10.0	IG120	15.0
IG19	5.0	IG70	18.0	IG121	10.0
IG20	27.0	IG71	11.0	IG122	13.0
IG21	51.0	IG72	14.0	IG123	23.0
IG22	3.0	IG73	15.0	IG124	18.0
IG23	5.0	IG74	19.0	IG125	24.0
IG24	12.0	IG75	4.0	IG126	17.0
IG25	11.0	IG76	11.0	IG127	11.0
IG26	7.0	IG77	12.0	IG128	11.0
IG27	6.0	IG78	12.0	IG129	14.0
IG28	7.0	IG79	7.0	IG130	15.0
IG29	27.0	IG80	5.0	IG131	8.0
IG30	45.0	IG81	11.0	IG132	24.0
IG31	29.0	IG82	20.0	IG133	8.0
IG32	13.0	IG83	10.0	IG134	24.0
IG33	4.0	IG84	22.0	IG135	13.0
IG34	29.0	IG85	33.0	IG136	7.0
IG35	40.0	IG86	69.0	IG137	4.0
IG36	27.0	IG87	72.0	IG138	4.0
IG37	20.0	IG88	26.0	IG139	7.0
IG38	16.0	IG89	22.0	IG140	28.0
IG39	56.0	IG90	40.0	IG141	28.0
IG40	68.0	IG91	25.0	IG142	16.0
IG41	39.0	IG92	5.0	IG143	11.0
IG42	16.0	IG93	4.0	IG144	5.0
IG43	26.0	IG94	3.0	IG145	19.0
IG44	26.0	IG95	28.0	IG146	25.0
IG45	11.0	IG96	27.0	IG147	20.0
IG46	10.0	IG97	23.0	IG148	5.0
IG47	8.0	IG98	29.0	IG149	10.0
IG48	10.0	IG99	25.0	IG150	29.0
IG49	8.0	IG100	19.0	IG151	28.0
IG50	14.0	IG101	21.0	IG152	10.0
IG51	11.0	IG102	11.0	IG153	20.0

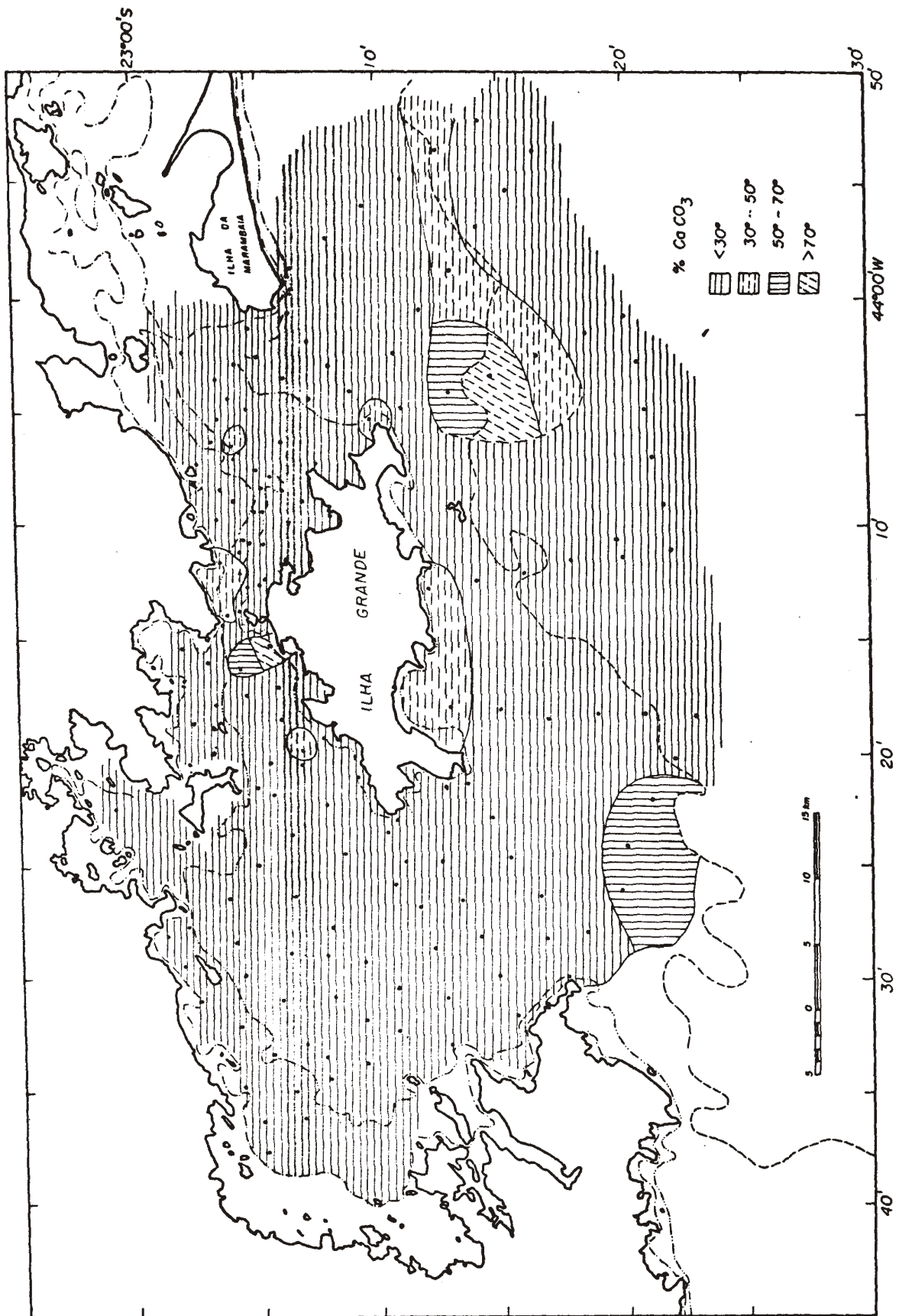


Figura 42. Distribuição do teor de carbonato biodetrítico

TABELA X. TEOR DE MATERIA ORGANICA

---

AMOSTRA	% M.O.	% C.O.
IG2	1.9	-
IG30	0.0	-
IG32	0.0	-
IG43	0.9	-
IG48	0.5	0.44
IG51	0.7	0.41
IG53	0.0	-
IG55	0.9	0.42
IG59	0.7	-
IG62	0.0	-
IG64	0.2	-
IG97	2.5	-
IG99	1.9	-
IG100	1.8	-
IG101	1.5	-
IG102	1.4	-
IG103	1.6	0.78
IG104	1.1	-
IG105	1.1	-
IG106	1.9	-
IG107	2.2	1.14
IG108	0.0	0.00
IG110	0.6	0.41
IG111	0.1	-
IG114	1.0	-
IG115	0.2	-
IG116	0.3	-
IG117	0.3	0.03
IG119	0.9	-
IG124	1.0	-
IG125	3.7	-
IG126	0.9	-
IG127	0.0	-
IG128	0.6	-
IG129	0.8	-
IG130	0.9	-
IG131	0.2	-
IG132	0.3	-
IG133	0.6	0.24
IG135	0.7	-
IG136	0.2	-
IG137	0.2	-
IG138	0.0	-
IG139	0.2	-

---



TABELA XI. FREQUENCIA RELATIVA DOS CONSTITUINTES NA FRACAO 0.500mm

AMOSTRA	Q.L.	QZ.	M.P.	O.T.	F.C.	MOL.	F.A.	FOR.	O.B.
IG3	2.2	84.1	1.3	5.7	4.0	PR	2.7	PR	-
IG10	86.2	6.9	-	-	1.4	0.5	5.0	PR	-
IG11	80.4	15.6	0.9	-	1.3	0.9	0.9	-	-
IG13	12.0	83.9	-	0.5	1.8	PR	1.8	-	-
IG16	50.2	47.4	0.5	-	1.4	0.5	-	-	-
IG19	59.8	37.4	-	-	1.9	-	0.9	-	-
IG20	22.9	9.0	-	-	30.5	8.6	13.3	15.7	-
IG21	4.1	2.8	-	-	63.3	1.4	27.5	0.9	-
IG25	39.1	46.5	-	-	8.4	2.3	3.7	-	-
IG26	85.2	13.8	-	-	1.0	-	PR	-	-
IG29	50.8	19.2	2.9	4.2	15.8	0.8	6.3	PR	-
IG30	26.5	7.4	2.8	1.9	47.4	1.4	12.1	0.5	-
IG32	11.9	7.9	6.9	-	49.0	0.5	23.8	PR	-
IG35	77.4	1.9	0.5	-	15.5	-	4.7	-	-
IG36	66.5	3.0	1.5	-	15.5	1.5	12.0	PR	-
IG39	33.4	4.3	1.0	2.9	44.0	1.4	12.0	1.0	-
IG40	28.0	4.5	-	PR	56.0	2.0	9.0	0.5	-
IG41	18.8	2.3	1.4	-	55.0	2.3	18.5	0.9	-
IG45	19.8	36.1	1.0	0.5	20.8	0.5	20.8	0.5	-
IG48	3.0	10.0	-	-	41.2	PR	39.8	6.0	-
IG51	31.6	24.8	0.5	0.5	30.2	0.5	7.9	4.0	-
IG53	22.8	15.5	1.5	0.5	46.1	-	11.7	1.9	-
IG54	15.3	8.6	1.0	-	45.4	1.4	27.8	0.5	-
IG57	-	PR	-	-	55.1	5.3	13.5	26.1	-
IG62	-	2.4	-	-	81.5	1.0	13.6	1.5	-
IG63	2.1	5.9	0.4	0.8	75.9	3.0	9.4	2.5	-
IG65	-	0.5	-	-	36.9	4.9	10.7	47.0	-
IG66	11.7	70.5	-	1.4	5.6	PR	3.3	7.0	0.5
IG72	-	4.9	-	-	58.5	1.5	14.1	21.0	-
IG75	-	2.2	-	0.4	75.4	7.6	12.6	1.8	-
IG80	14.7	37.4	0.5	-	23.7	1.4	11.4	10.0	0.9
IG81	3.4	33.2	0.5	1.5	40.4	0.5	3.9	16.6	-
IG86	0.5	1.0	-	-	41.0	PR	57.0	0.5	-
IG87	-	0.9	-	-	58.0	0.5	40.6	PR	-
IG89	31.2	49.5	1.5	-	7.9	PR	8.4	1.5	-
IG93	71.5	27.7	-	-	0.8	-	PR	-	-
IG94	50.3	46.9	-	1.6	1.2	PR	-	-	-
IG108	2.8	9.7	-	1.4	74.0	4.6	5.6	1.9	-
IG109	2.3	37.8	-	-	45.5	3.6	8.1	2.7	-
IG111	-	7.0	-	-	60.3	11.2	18.2	3.3	-
IG112	15.3	16.2	0.4	6.0	19.6	9.4	24.6	1.7	6.8
IG113	-	0.9	-	-	69.7	18.3	7.1	4.0	-
IG117	4.8	50.2	PR	2.9	32.9	1.0	6.3	1.9	-
IG118	16.9	54.4	0.5	1.9	11.3	0.9	9.4	4.7	-
IG120	1.5	8.0	-	-	42.0	8.0	27.5	15.5	-
IG127	-	1.0	-	-	69.0	1.0	22.1	6.9	-
IG128	-	5.9	-	-	74.8	2.5	6.9	9.9	-
IG131	10.8	67.0	-	1.5	16.7	PR	2.0	2.0	-
IG134	10.8	13.2	-	-	45.6	1.5	28.4	0.5	-
IG137	-	0.9	-	-	49.2	4.2	19.8	25.9	-

Q.L.=Quartzo limonitizado QZ=Quartzo M.P.=Minerais pesados

O.T.=Outros terrigenos F.C.=Fragmentos de conchas MOL.=Moluscos

F.A.=Fragmentos de outros animais FOR.=Foraminiferos O.B.=Outros biogenicos

TABELA XII. 3 DE MINERAIS PESADOS NA FRACAO AREIA FINA

	IG3	IG10	IG17	IG20	IG21	IG24	IG26	IG28
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	-	0.9	1.6	-	-	-	-
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	1.4	-	1.6	-	4.6	2.4	1.3
DIOPSIDIO	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	3.8	2.9	0.9	-	-	4.6	-	1.3
ESPINELIO	-	-	-	0.5	-	-	-	-
ESTAUFOLITA	10.5	-	-	0.5	-	2.8	-	4.0
FIBROLITA	1.0	0.7	6.1	4.9	-	-	3.5	4.0
GRANADA	2.9	3.6	2.6	1.6	1.2	2.8	4.7	3.3
HIPERSTENIO	-	0.7	1.8	5.4	3.7	0.9	-	-
HORNBLENDA	49.5	25.9	35.1	39.7	28.4	39.8	27.1	42.0
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	PR
PEROWSKITA	-	-	0.9	-	-	-	-	-
RUTILO	-	-	0.9	0.5	3.7	-	-	-
SILLIMANITA	6.7	36.0	20.2	13.6	22.2	16.7	15.3	18.7
TITANITA	-	2.2	1.8	3.8	2.5	-	3.5	3.3
TREMOLITA	1.0	2.2	2.6	1.1	-	-	1.2	2.7
TURMALINA	2.9	5.0	19.3	19.6	23.5	13.9	34.1	18.0
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	24.8	19.4	7.0	5.4	14.8	9.4	9.4	1.3
ZTR	27.7	24.4	27.2	25.5	42.0	27.8	43.5	19.3

	IG34	IG39	IG41	IG53	IG54	IG58	IG63	IG70
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	-	0.6	-	-	1.1	-	1.6
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	-	-	-	1.4	-	1.1	1.9	1.6
DIOPSIDIO	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	-	2.4	0.6	-	-	3.3	2.9	-
ESPINELIO	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTAUFOLITA	-	-	0.6	-	2.0	3.9	1.0	0.8
FIBROLITA	2.7	3.4	2.9	1.4	2.0	2.2	3.9	4.1
GRANADA	9.6	6.8	2.3	2.9	15.3	-	12.6	2.4
HIPERSTENIO	-	0.5	0.6	-	1.0	-	-	4.9
HORNBLENDA	57.5	46.4	52.0	58.6	54.1	53.3	41.7	56.1
MONAZITA	-	-	0.6	-	-	-	-	0.8
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-	-	-
RUTILO	-	-	-	-	-	-	-	-
SILLIMANITA	11.6	21.3	24.6	15.7	10.2	13.9	18.4	15.4
TITANITA	1.4	1.9	1.2	1.4	1.0	1.7	6.8	5.7
TREMOLITA	-	3.9	3.0	2.9	3.1	6.1	1.9	1.6
TURMALINA	13.0	10.1	9.4	5.7	9.2	7.8	6.8	3.3
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	4.1	3.4	1.8	8.6	2.0	5.6	1.9	-
ZTR	17.1	13.5	11.2	14.3	11.2	13.4	8.7	3.3

TABELA XII. (CONT.)

	IG72	IG76	IG78	IG89	IG90	IG108	IG114
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	-	1.1	-	-	-	-
AUGITA	-	-	-	-	-	1.2	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	4.9	8.8	1.6	-	2.9	0.6	6.6
DIOPSIDIO	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	2.2	-	-	3.4	1.0	0.6	-
ESPINELIO	-	-	-	-	-	-	-
ESTAUFOLITA	2.7	PR	-	1.7	3.9	3.0	-
FIBROLITA	7.1	6.2	5.3	-	5.8	6.1	12.0
GRANADA	2.2	0.9	2.7	-	5.8	0.6	2.1
HIPERSTENIO	0.5	6.2	1.1	-	-	3.0	1.2
HORNBLENDA	38.8	32.7	40.6	41.4	37.9	53.7	42.3
MONAZITA	-	-	-	-	2.9	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-	-
RUTILO	1.1	-	-	-	-	-	PR
SILLIMANITA	13.7	17.7	25.1	12.1	18.4	22.6	7.9
TITANITA	1.1	2.7	2.1	-	-	PR	2.1
TREMOLITA	1.1	10.6	4.3	-	1.9	4.9	4.1
TURMALINA	13.1	7.1	13.4	12.1	17.5	7.9	15.8
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	3.3	0.9	2.7	29.3	1.9	0.6	5.8
ZTR	17.5	8.0	15.8	41.4	19.4	8.5	21.6

	IG117	IG130	IG132	IG134	IG135	IG137
ANATASIO	1.6	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	3.3	-	-	-	-	1.8
AUGITA	-	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-
CIANITA	4.4	3.9	-	-	-	4.5
DIOPSIDIO	-	-	-	-	0.9	-
EPIDOTO	3.3	2.4	4.3	3.1	5.3	14.4
ESPINELIO	-	-	-	-	0.9	-
ESTAUFOLITA	-	-	1.7	1.6	1.8	6.3
FIBROLITA	6.0	3.1	0.9	7.0	-	1.8
GRANADA	9.8	4.7	19.0	6.3	48.2	-
HIPERSTENIO	-	0.8	-	3.9	0.9	2.7
HORNBLENDA	36.1	55.9	33.6	50.7	21.9	43.2
MONAZITA	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	-
RUTILO	-	-	-	1.6	-	-
SILLIMANITA	10.4	12.6	14.7	18.0	3.5	12.6
TITANITA	0.5	3.9	0.9	-	-	2.7
TREMOLITA	1.1	-	1.7	3.9	0.9	1.8
TURMALINA	17.5	12.6	20.7	3.1	10.5	7.2
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	6.0	-	2.6	0.8	5.3	0.9
ZTR	23.5	12.6	23.3	5.5	15.8	8.1

TABELA XIII. % DE MINERAIS PESADOS NA FRACAO AREIA MUITO FINA

	IG3	IG10	IG17	IG20	IG21	IG24	IG26	IG28
ANATASIO	-	-	0.9	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	-	-	1.3	1.0	-	0.9	-
AUGITA	-	-	0.9	-	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	3.7	-	2.8	0.7	-	2.5	0.9	3.0
DIOPSIDIO	-	-	-	0.7	-	-	-	-
EPIDOTO	14.0	9.1	15.2	17.0	6.7	13.6	19.4	22.0
ESPINELIO	-	0.9	-	-	-	-	-	-
ESTAUROLITA	0.9	-	4.7	2.0	7.7	6.8	2.8	-
FIBROLITA	-	-	1.9	0.7	-	0.8	0.9	-
GRANADA	-	-	0.9	-	1.0	0.8	0.9	3.0
HIPERSTENIO	-	-	-	5.9	2.9	-	-	1.0
HORNBLENDA	43.1	9.1	27.5	53.3	27.8	10.2	6.5	27.0
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	-	-	-	1.7	-	-
RUTILO	PR	0.9	2.8	0.7	4.8	3.4	2.8	2.0
SILLIMANITA	-	3.6	13.2	3.9	6.7	5.9	4.6	7.0
TITANITA	-	-	0.9	-	8.7	-	-	-
TREMOLITA	0.9	3.6	2.8	0.7	-	0.8	1.9	4.0
TURMALINA	1.9	1.8	7.5	5.9	2.9	5.9	3.7	9.0
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	35.5	80.0	17.0	7.2	29.8	47.6	54.7	22.0
ZTR	37.4	82.7	27.3	13.8	37.5	56.9	61.2	33.0

	IG34	IG39	IG41	IG53	IG54	IG58	IG63	IG70
ANATASIO	-	-	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	-	1.7	-	-	0.7	0.8	PR
AUGITA	-	-	-	-	-	-	-	1.5
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	-	-
CIANITA	2.5	9.8	0.8	0.9	1.9	5.0	3.1	3.1
DIOPSIDIO	-	-	-	-	-	-	-	-
EPIDOTO	25.0	30.4	21.5	7.8	34.6	33.8	23.3	38.5
ESPINELIO	0.8	-	-	-	-	-	-	-
ESTAUROLITA	3.3	3.6	3.3	-	1.0	2.9	-	3.1
FIBROLITA	0.8	-	-	-	-	-	-	-
GRANADA	4.2	2.7	2.5	1.7	1.9	2.9	3.9	1.5
HIPERSTENIO	-	-	2.5	2.6	1.9	2.2	-	-
HORNBLENDA	25.9	20.5	32.2	42.1	27.9	25.2	24.0	32.3
MONAZITA	-	-	-	-	-	-	-	-
PEROWSKITA	-	-	0.8	-	-	-	-	-
RUTILO	1.7	3.6	-	1.7	1.9	3.6	2.3	-
SILLIMANITA	5.8	8.0	6.6	2.6	2.9	1.4	3.1	4.6
TITANITA	-	-	3.3	-	-	-	0.8	-
TREMOLITA	5.0	1.8	4.1	0.9	1.9	1.4	3.9	0.8
TURMALINA	6.7	8.0	10.7	0.9	5.8	10.8	1.6	10.0
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	15.8	10.7	9.9	38.8	18.3	10.1	33.2	4.6
ZTR	24.2	22.3	20.6	41.4	26.0	24.5	37.1	14.6

TABELA XIII. (CONT.)

	IG72	IG76	IG78	IG89	IG90	IG108	IG114
ANATASIO	PR	-	-	-	-	-	1.4
ANDALUZITA	-	-	0.9	-	-	-	0.5
AUGITA	1.6	-	-	1.0	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-	0.9
CIANITA	2.3	PR	0.9	-	0.9	4.1	6.1
DIOPSIDIO	-	1.4	-	-	-	-	-
EPIDOTO	17.8	10.4	21.7	28.6	13.6	26.9	6.6
ESPINELIO	-	-	-	-	-	-	-
ESTAUROLITA	3.9	10.4	5.7	2.0	0.9	-	3.3
FIBROLITA	-	3.5	0.9	-	-	0.8	PR
GRANADA	3.1	2.8	5.7	-	1.8	4.9	2.3
HIPERSTENIO	0.8	0.7	-	1.0	0.9	0.8	-
HORNBLENDA	20.9	44.3	24.4	33.8	19.1	17.1	22.1
MONAZITA	-	0.7	1.9	-	-	-	PR
PEROWSKITA	0.8	-	PR	1.0	-	-	-
RUTILO	6.2	1.4	3.8	1.0	7.3	4.9	1.9
SILLIMANITA	5.4	6.3	3.8	3.1	18.2	8.9	13.1
TITANITA	-	0.7	1.9	-	-	-	2.3
TREMOLITA	3.1	3.5	5.7	2.0	2.7	1.6	11.7
TURMALINA	8.5	11.8	8.5	5.1	8.2	21.1	10.3
XENOTIMA	-	-	PR	-	-	-	-
ZIRCAO	25.6	2.1	14.2	21.4	26.4	8.9	17.4
ZTR	40.3	15.3	31.5	27.5	41.9	34.9	29.6

	IG117	IG130	IG132	IG134	IG135	IG137
ANATASIO	-	-	-	-	-	-
ANDALUZITA	-	0.7	-	0.9	-	0.9
AUGITA	0.8	0.7	-	-	-	-
BROOKITA	-	-	-	-	-	-
CIANITA	4.9	PR	4.5	-	3.7	1.6
DIOPSIDIO	-	-	-	-	-	0.8
EPIDOTO	27.9	37.2	41.5	17.0	31.9	18.8
ESPINELIO	-	1.4	-	-	-	-
ESTAUROLITA	3.3	4.8	0.9	3.6	5.6	10.9
FIBROLITA	0.8	1.4	-	-	0.9	-
GRANADA	2.5	1.4	1.8	4.5	2.8	6.3
HIPERSTENIO	1.6	-	2.7	1.8	1.9	0.8
HORNBLENDA	20.5	30.3	30.6	17.8	27.1	21.8
MONAZITA	-	0.7	-	-	-	-
PEROWSKITA	0.8	-	-	-	-	0.8
RUTILO	3.3	2.1	-	-	1.9	3.1
SILLIMANITA	4.9	2.1	3.6	9.8	3.7	7.0
TITANITA	-	-	-	-	-	3.1
TREMOLITA	3.3	2.1	3.6	2.7	2.8	3.9
TURMALINA	11.5	11.0	4.5	6.3	5.6	15.6
XENOTIMA	-	-	-	-	-	-
ZIRCAO	13.1	4.1	6.3	35.6	12.1	4.7
ZTR	27.9	17.2	10.8	41.9	19.6	23.4