

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA**

**RECIFES ARTIFICIAS DE PRAIA  
COMO DISSIPADOR DA ENERGIA DE ONDAS**

**GUILHERME AMADO MACHADO**

---

**Trabalho apresentado ao Departamento de  
Engenharia de Pesca do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do Ceará,  
como parte das exigências para obtenção do  
título de Engenheiro de Pesca.**

---

**FORTALEZA - CEARÁ  
1999/2**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M131r Machado, Guilherme Amado.  
Recifes artificiais de praia como dissipador da energia de ondas / Guilherme Amado Machado. – 1999.  
66 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1999.

Orientação: Prof. Dr. Cassiano Monteiro-Neto.

Coorientação: Prof. Dr. Luiz Parente Maia.

1. Erosão de praias. I. Título.

CDD 639.2

---

---

Prof. Dr. CASSIANO MONTEIRO-NETO

Orientador

---

Dr. LUIZ PARENTE MAIA

Co-orientador

COMISSÃO EXAMINADORA;

---

Prof. Dr. CASSIANO MONTEIRO-NETO

Presidente

---

Profa. Dra. PATRÍCIA RODRIGUEZ DE CARVALHO PINHEIRO

Membro

---

Prof. MSc. ALDENY ANDRADE SOARES FILHO

Membro

Visto:

---

Prof. MSc LUÍS PESSOA ARAGÃO

Chefe do Departamento de Eng. Pesca

---

Prof. MSc MARIA SELMA RIBEIRO VIANA

Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca

## RESUMO

O presente trabalho visa avaliar o modelo de arrecife artificial, "Arch Reef®", com a finalidade de gerar uma nova alternativa para minimizar as graves conseqüências de erosão da linha de praia por intermédio da ação das ondas. Foi escolhido para meio de estudo, a praia do Futuro – Fortaleza/CE, em virtude de possuir uma grande incidência de ondas, além de ser encontrado em referências bibliográficas, estudos, e um vasto registro de dados atmosféricos e oceanográficos pertinentes a área. Através de uma simulação gráfica computadorizada foi realizado o estudo do potencial de dissipação de energia hidráulica de ondas através da estrutura do arrecife artificial proposto. Como resultados verificamos que a estrutura proposta possui um potencial de dissipação da energia hidráulica de ondas satisfatório, não havendo passagem de ondas sobre a estrutura. Há ocorrência de uma "zona de sombra" propício para o lazer aquático. Quanto a influência do arrecife a configuração da linha de praia, observa-se o desencadeamento de um processo erosivo na linha de praia, por outro lado, há um processo de construção nesta mesma linha em frente ao arrecife, podendo ambos os processos entrar em equilíbrio ao longo do tempo.

Meus Sinceros Agradecimentos;

Ao Altíssimo Pai Celestial, Ser de Grandeza Superior a Infinita Criação do Universo;

Aos meus Pais, Leonel “Paizão” Amado Machado e Maria das Graças “La Santa Mama” Amado Machado e Irmão Daniel “The Bronx” Amado Machado;

A toda Família Bianchi;

Aos Amigos e Amigas de todo o mundo;

Aos que me ajudaram diretamente na execução deste trabalho, Dr. Cassiano Monteiro-Neto, Dr. Luiz Parente, Prof. Aldeney Andrade, Sávio, Silvania e todos do Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada - UFC.

À toda forma de vida e não vida do Planeta Terra;

Às Mulheres, homens e crianças, que conheço e desconheço;

Aos que existem, morreram e nascerão, vencedores ou perdedores, milionários ou mendigos, guerreiros ou covardes, gigantes ou pequeninos;

À tudo e todos, que de alguma maneira me fazem ser o que sou e o que não sou.

OBRIGADO

## SUMÁRIO

	Página
1- INTRODUÇÃO	1
1.1- Arrecifes Artificiais	2
2- OBJETIVOS	4
3- METODOLOGIA	5
3.1- Materiais	5
3.2- Métodos	6
3.2.1- Procedimento da Granulometria	8
3.2.2- Caracterização Climática da Região Nordeste	13
3.2.3- Caracterização das Condições Climáticas Locais	14
3.2.3.1- Precipitação, Umidade e Insolação	14
3.2.3.2- Vento	15
3.2.3.3- Temperatura	16
3.2.3.4- Correntes	17
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 – Padrão de Ventos locais	18
4.2 – Padrão de Maré local	19
4.3 – Padrão de Onda local	20
4.4 – Padrão de Corrente local	22
4.4.1 – Correntes Litorâneas da Paia do Futuro	24
4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico	25
4.6 – Resultado do Estudo Topográfico	37
4.7 – Resultado da Modelagem em Simulação Gráfica Computadorizada do Potencial de Dissipação da Energia de Ondas do Mar	43
4.8 – Resultado da Avaliação da Evolução Sedimentar da Configuração da Linha de Praia	47
5- CONCLUSÕES	49
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
7- ANEXOS	51

## 1- INTRODUÇÃO

O presente trabalho visa avaliar o modelo de arrecife artificial, "Arch Reef®" (Anexo Fig.1) com a finalidade de gerar uma nova alternativa para minimizar as graves conseqüências de erosão da linha de praia. Foi escolhido para meio de estudo, a praia do Futuro, pois é uma praia que possui uma grande incidência de ondas, e é atualmente, uma das poucas praias do litoral do Estado que não esteja em processo de erosão, caracterizando assim um cenário propício para o desenvolvimento do estudo.

O contexto do "equilíbrio dinâmico" do litoral ou "Dinâmica Costeira", é a igualdade entre as forças opostas de construção e destruição (Anexo Fig. 2) que mantêm o padrão da linha de praia durante os ciclos de atividade de seus movimentos (Anexo Fig. 3), é um fenômeno natural e inerente as praias arenosas de todos os litorais do mundo.

Porém, em diversas regiões litorâneas do Brasil como Rio de Janeiro, Paraíba, e Ceará (Anexo Fig. 4), tem havido processos excessivos de erosão da faixa de praia arenosa. Diversas são as causas que tem intensificado este problema ao longo dos anos, entre elas a elevação do nível do mar em decorrência do aquecimento da atmosfera e conseqüente degelo das calotas polares (Environmental Protection Agency – EPA, 1986), bem como construções mal planejadas na área costeira (SEMACE, 1999).

A intervenção do homem é o principal fator a criar perturbações na dinâmica costeira, e assim intensificar estes processos de erosão ou construção da linha de praia. Como exemplo de ação antrópica, no litoral da cidade de Fortaleza temos a construção do Porto do Mucuripe, que com a colocação de dois "espigões" de pedra no ístimo da baía, alterou-se a direção das ondas incidentes provocando o assoreamento na parte interna da baía formando a Praia Mansa, e a intensificação da erosão nas praias a oeste da cidade de Fortaleza. Fato este devido ao fenômeno de difração de ondas (Morais, 1980), e que atualmente ainda continua a assorear na região da praia Mansa e erodir na área das praias a oeste de Fortaleza. Em outros casos ao longo do litoral do Estado, como nas praias da Caponga,

Pacheco, Pecém e outras este processo erosivo chega ao ponto de por em risco a segurança pública (Anexo Fig.5)

Dentre todas as forças e fatores envolvidos na dinâmica costeira, as ondas correspondem ao fator natural dominante na construção e destruição da linha de praia (Morais, 1980), tanto por sua ação direta (agitação no plano d'água) como por sua ação indireta (transporte de areias).

Evidenciado o problema da erosão costeira e sua causa dominante, fazemos a seguir algumas explicações a respeito dos arrecifes artificiais e sua interação com o meio para uma melhor compreensão do trabalho.

Na metodologia explica-se todo o processo da coleta e compilação de dados, sendo apresentado em seguida os resultados do estudo, com a simulação gráfica computadorizada do potencial de dissipação da energia de ondas pelo arrecife artificial, e em seguida, as considerações finais sobre o estudo. Demonstramos ainda que este modelo de arrecife tem um menor impacto visual do que as alternativas atualmente utilizadas, e como pode gerar atrativos para o desenvolvimento do turismo e aporte da biodiversidade marinha local.

### 1.1 – Os Arrecifes Artificiais

Estruturas de arrecifes artificiais são elaboradas e empregadas na prática com finalidades diferentes. Normalmente, conhecido por este termo, os arrecifes artificiais são utilizados com a finalidade de atrair peixe. Além do fato de as estruturas quando submersas, apresentarem abrigo para os peixes, as mesmas agregam microorganismos marinhos formadores da base da cadeia alimentar local. Neste caso, diversas estruturas projetadas em concreto, madeira, ferro velho ou pneus, tem gerado resultados bastante expressivos. Porém com esta exclusiva finalidade, estes arrecifes artificiais são geralmente colocados afastados do litoral, e em profundidades médias superiores a 20 metros, não gerando assim influências sobre os processos da dinâmica costeira.

Na finalidade de minimizar ou interromper a ação da energia hidráulica marinha sobre o litoral, as estruturas, que também funcionam como arrecifes artificiais, são mais conhecidas pelos termos “Quebra-mar”, “Espigão de Pedra”, “Diques” ou “Pier”, os quais são colocados na linha da

costa, paralelo ou transversalmente, em estruturas de concreto, sacos de areia ou blocos de pedra, este último largamente utilizado.

Em alguns casos, a verdadeira influência destas estruturas na dinâmica costeira do local, só foram conhecidas na experimentação prática, fato que decorreu principalmente pela falta de tecnologia para avaliação em tempos passados, ou mesmo por projetos mal elaborados.

A estrutura proposta neste trabalho, é projetada com sacos de areia e pneus (Anexo Fig. 1), o que minimiza consideravelmente o custo de implantação, sem comprometer a eficiência dos resultados esperados pela estrutura. Esta, como visto na figura 1, possui uma forma de semicírculo, pois assim pode receber ondas de qualquer direção incidente, protegendo o determinado local da praia da ação direta da energia das ondas (Anexo Fig. 6). Na ilustração do perfil do arrecife (Anexo Fig. 7), observamos a estrutura em forma de “rampa”, que em seguida forma uma pequena “plataforma”. Este perfil, segue em conformidade com o perfil de recifes que a natureza possui, onde a inclinação da rampa, propicia o levantamento da onda até o quebraimento da mesma, numa onda do tipo “tubular”, a qual despende mais rapidamente sua energia do que a onda do tipo “espumante”. Em anexo, figura 8, temos uma ilustração dos perfis de fundo que existem na natureza e o tipo de ondas que elas proporcionam.

Esta estrutura de arrecife não apresenta caráter poluidor ao meio ambiente e cria um microclima capaz de agregar vida marinha. Além de gerar um local seguro para o banho de mar do público, e um local propício a prática e desenvolvimento de atividades de esportes aquáticos, como o surfe e mergulho subaquático. Apresenta ainda uma versatilidade de poder ser desmontado em tempo e custos relativamente baixos.

### 3-METODOLOGIA

#### 3.1- Materiais

A tabela 1 abaixo, especifica os equipamentos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.

ESPECIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
<b>Equipamento</b>	
Mergulho livre e autônomo	Máscara, pé de pato, garrafa de ar comprimido, colete equilibrador, regulador, cinto de chumbo
Medições topográficas	Teodolito, tripé, mira, fita métrica, bússola, GPS, profundímetro.
Filmagem subaquática	Câmera de vídeo e caixa estanque.
Informática	Computador pentium, Impressora jato de tinta, scanner.
Laboratório de granulometria	Câmara de secagem, peneiras e agitador mecânico ("rot up").
<b>Material</b>	
Consumo	Sacos plástico, baterias, fita de vídeo, cartucho de tinta, floppydisk, fita adesiva
software	Litpack, Mac 21, Excell, CorelDraw 8.0, PhotoPaint 8.0, 3D studio, AutoCad 2.000,

Tabela 1 – Especificação e descrição dos equipamentos utilizados em campo e laboratório.

### 3.2- MÉTODOS

A etapa de campo foi realizada na praia do Futuro - CE, numa área entre a rua Alberto Sá e Av. Santos Dumont, perfazendo uma área total de 32 hectares, onde efetuou-se cinco (5) perfis topográfico de 400 metros de comprimento com 200 metros de eqüidistância (Anexo Fig. 9). A composição dos perfis topográficos, foi feita no *software* AutoCad 2000, e encontra-se nos resultados. Cada perfil em apreço apresenta 400 metros de comprimento, destes somente 150 metros estavam em área emersa, e esta foi medida com o equipamento de topografia. Os 250 metros restantes do perfil, estavam em área submersa, e esta foi medida através de um profundímetro, esta metragem entre área submersa e emersa, varia de acordo com a variação de maré . As medidas de profundidade em relação as cotas das alturas topográficas foram processadas no *software* Excell, para que fosse possível efetuar-se a correção com o nível zero da linha do mar. Durante a etapa de campo fez-se a coleta de sedimentos nos perfis número 1,3 e 5 (Anexo Fig. 9) para posterior análise granulométrica. A amostragem do material foi realizada em distâncias fixas a cada 100 metros, perfazendo um total de quatro amostras por perfil, totalizando assim 12 amostras.

Em laboratório, realizou-se uma consulta bibliográfica, dando ênfase aos trabalhos mais recentes que abordassem o tema relacionado à pesquisa. Com relação aos dados meteorológicos e oceanográficos utilizou-se os registros obtidos pelos órgãos;

- Fundação Cearense de Meteorologia - FUNCEME,
- Instituto Nacional de Investigações Hidroviárias - INPH ,
- Instituto Nacional de Investigações Espaciais do Brasil – INPE,
- Companhia de Eletricidade do Estado do Ceará – COELCE,
- Companhia DOCAS do Estado do Ceará,
- National Oceanography and Atmospheric Administration – NOAA/USA
- Global Historical Climate Network – GHCN
- Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada da Universidade Federal do Estado do Ceará– LGMA/UFC

Ainda na etapa de laboratório, as amostras coletadas em campo foram submetidas a classificação textural através da análise granulométrica, onde seguiu-se o procedimento descrito em seguida.

Após determinados os padrões de variação de maré, ondas, correntes, ventos e a granulometria da área em foco, todos estes dados foram inseridos em conjunto com o desenho da estrutura do arrecife artificial no *software* MAC 21, desenvolvido pelo Danish Hydraulic Institute – DHI para avaliação da evolução do potencial de dissipação da energia das ondas por estruturas colocadas no litoral.

O “*desing*” do arrecife artificial proposto, foi elaborado em semelhança à bancadas de recifes naturais (pedra e coral) que proporcionam o quebramento das ondas mais perfeitas do mundo, para assim formar uma onda do tipo “TUBULAR” (Anexo Fig.10), a qual quebra de forma gradual, não criando um impacto direto e total da energia da onda com a estrutura. Para tanto, foram realizadas observações *in loco* através de mergulho livre, como também observações em vídeos, fotos e gravuras das bancadas abaixo citadas;

- *PIPELINE*, localizada no ilha de Oahu no arquipélago do Hawaii – (Anexo Fig. 10)
- *RESTAURANTES*, localizada na ilha de Tavarua do arquipélago de Fidji.
- *SHARKS*, localizada na ilha de Oahu no arquipélago do Hawaii.
- *ULUWATU*, localizada na ilha de Bali no arquipélago da Indonésia.
- *LAEKPIK*, localizada na ilha de Sumbawa no arquipélago da Indonésia.
- *BELLS BEACH*, localizada no Estado de Queensland, na Austrália.
- *SANDALS*, localizada ao sul do Estado de New South Wales, na Austrália.

Como os processos costeiros são o resultado das interações dos agentes e processos dinâmicos (ventos, correntes, ondas, marés e outros fenômenos, Anexo Fig. 3) com a zona costeira, na sequência fazemos uma breve caracterização climática da região do Nordeste do Brasil, e dos

agentes dinâmicos para o Estado do Ceará, em especial para a região da cidade de Fortaleza.

### 3.2.1 - Procedimento da granulometria

#### (A) SECAGEM INICIAL

A amostra quando chega do campo, não vem já pronta para a análise granulométrica, ela vem molhada, e quando não, traz sempre umidade. Por isso devemos levar a amostra para uma secagem inicial, na qual obedece o seguinte procedimento.

- É retirada a amostra fresca, posta numa vasilha devidamente etiquetada, e levada para estufa por um tempo suficiente para secar completamente a amostra através da evaporação da água.

- Depois que a amostra está completamente seca, é acondicionada em uma vasilha etiquetada para ser usada nos procedimentos posteriores.

#### (B) PENEIRAMENTO ÚMIDO

##### (B.1) PREPARAÇÃO PARA PENEIRAMENTO

A amostra já seca é então misturada para que fique bem homogênea. Em seguida se faz o quarteamento, procedimento usado com o quarteador. Após este procedimento pesa-se 100 g de um dos quartos desta amostra e põe-se em uma pequena vasilha devidamente etiquetada para o peneiramento úmido.

##### (B.2) PROCEDIMENTO NO PENEIRAMENTO ÚMIDO

A finalidade deste procedimento é a separação da fração silte-argilosa do restante da amostra. A fração silte-argilosa é a de granulometria inferior a 0,062mm de diâmetro, a qual passa pela malha da peneira, ficando retida a porção mais grosseira.

Utiliza-se para este procedimento uma peneira de 0,062mm, acoplada à boca de um balde por um suporte de madeira. Coloca-se todo o conjunto abaixo de uma torneira para dar início ao peneiramento.

Sequência:

- Põe-se as 100g da amostra sobre a peneira de 0,062mm

- Abre-se a torneira deixando sair pouca água, e mexe-se levemente toda a amostra com os dedos até que passe pela peneira toda fração menor que 0,062mm.

-Após isso, a fração que ficou retida sobre a peneira (superior a 0,062mm), põe-se para secar em uma pequena vasilha etiquetada, preparando para o peneiramento seco, e o que passou pela peneira, deixa-se por uns dias em repouso para decantar.

#### (C) PENEIRAMENTO SECO

Esta etapa consiste em obter a separação dos sedimentos da amostragem das referidas frações granulométricas através de peneiras:

4,000mm--Phi	-2,0
2,830mm--Phi	-1,5
2,000mm--Phi	-1,0
1,410mm--Phi	-0,5
1,000mm--Phi	0,0
0,714mm--Phi	0,5
0,500mm--Phi	1,0
0,354mm--Phi	1,5
0,250mm--Phi	2,0
0,177mm--Phi	2,5
0,125mm--Phi	3,0
0,088mm--Phi	3,5
0,062mm--Phi	4,0

As quais juntamente com os dados sobre as frações dos finos nos vai mostrar o valor médio dos grãos.

O procedimento é feito através de um agitador do tipo "ROT UP SIEVE SHAKER" no qual se coloca um jogo de 12 peneiras com malhas variando desde 4,0mm a 0,088mm e o fundo no qual se deposita a fração 0,062mm.

Após o peneiramento úmido a amostra posta na estufa para secar, é submetida ao peneiramento seco.

Sequência:

- É posto as peneiras com os diâmetros das malhas em ordem decrescente de cima para baixo.

- A amostra é posta sobre a peneira de cima.

- Todo o conjunto é levado para o agitador, regulando-o em 10 minutos.

- Após isso, é retirado a fração de cada peneira, pesado, e anotado cada peso em uma ficha de análise granulométrica, e em seguida é posto em pequenos sacos plásticos devidamente identificados, para análises posteriores.

#### (D) MEDIDAS ESTATÍSTICA DOS DADOS GRANULOMÉTRICOS

Apartir de curvas cumulativas da distribuição de frequência, são obtidos os valores utilizados para os cálculos dos parâmetros estatísticos, em unidades  $\Phi(\text{phi})$ , que servem para caracterizar a curva em relação a sua tendência central, grau de dispersão, grau de assimetria e grau de agudez dos picos. Através destes valores, foram feitos as descrições destes sedimentos em função de várias propriedades, na qual estão, a média e a mediana, que nos dão as medidas de tendência central, o grau de seleção, grau de assimetria e a curtose.

##### **Medidas de tendência central:**

A **mediana** ( $M_d$ ) é um parâmetro que se considerado como medida no tamanho médio, pode ser impreciso, já que se baseia apenas no ponto correspondente a 50% da distribuição sobre o gráfico de frequência acumulada "Folk e Ward(1957)".

A mediana corresponde a uma medida de posição tomada no percentual de 50% da curva cumulativa e define a granulometria que divide a amostra em duas partes iguais.

**A média aritmética** (Mz) é o valor médio obtido de uma certa parte da curva de frequência e tomada a partir de uma série de valores, onde tem a média geral de tamanho dos sedimentos.

Para se obter a média podemos utilizar a fórmula notificada por Folk e Ward (1957), que é a seguinte:

$$Mz = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

**Medidas de dispersão:** Um aspecto importante na análise granulométrica dos sedimentos, é o grau de seleção nas amostras, e depende consideravelmente de três fatores: selecionamento durante a deposição, durante o transporte ou ambos ao mesmo tempo.

A fórmula usada para se obter o desvio padrão é a de Folk e Ward (1957). Eles sugeriram o uso de uma medida de seleção que chamaram desvio padrão gráfico, dado pela fórmula:

$$Si = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_{05}}{6.6}$$

Usa-se a seguinte escala quantitativa para a descrição do grau de seleção dos sedimentos, que apresentam os seguintes limites:

$Si < 0.35$	= muito bem selecionado
$0.35 < Si < 0.50$	= bem selecionado
$0.50 < Si < 1.00$	= moderadamente selecionado
$1.00 < Si < 2.00$	= pobremente selecionado
$Si > 4.00$	= extremamente pobremente selecionado

**Grau de assimetria:** é a tendência da distribuição em afastar-se para a forma simétrica, sendo determinado pela distância entre a média e a mediana. Para os casos de assimetria tem-se:

a) A assimetria possui valor zero, quando há quantidades iguais de material grosso e fino, conseqüentemente, a curva é simétrica e a média e a mediana são coincidentes.

b) A assimetria é negativa, quando predominam os grãos grossos, neste caso a média será maior que a mediana.

c) A assimetria é positiva, quando há predominância de grãos finos, sendo neste caso a mediana maior que a média.

A assimetria gráfica é obtida através da fórmula de Foll e Ward (1957).

$$SK_i = \frac{D_{16} + D_{84} - 2(D_{50})}{2(D_{84} - D_{16})} + \frac{D_5 + D_{95} - 2(D_{50})}{2(D_{95} - D_5)}$$

$$2(D_{84} - D_{16})$$

$$2(D_{95} - D_5)$$

Usa-se a seguinte escala quantitativa para a descrição do grau de assimetria dos sedimentos:

- Si entre:
- 1,00 e -0,30 = assimetria muito negativa
  - 0,30 e -0,10 = assimetria negativa
  - 0,10 e + 0,10 = aproximadamente simétrica
  - +0,10 e + 0,30 = assimetria positiva
  - +0,30 e + 1,00 = assimetria muito positiva.

### 3.2.2- Caracterização Climática Da Região Nordeste

A região nordeste do Brasil é caracterizada pela presença de um forte ciclo estacional definido por um período anual. Os ventos são controlados pelo movimento da zona de convergência intertropical (ZCIT), que se espalha de norte a sul com as trocas de estações. A ZCIT é uma grande região onde confluem os ventos alísios de nordeste e sudeste, sendo caracterizada por intensa nebulosidade e baixa pressão atmosférica (Fig. 11).

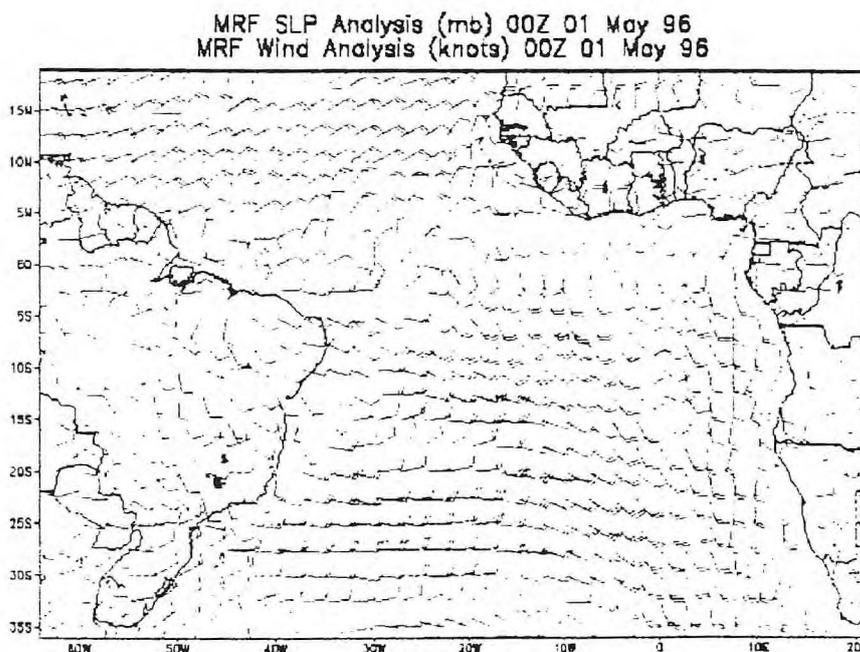


Figura 11 – Padrão dos ventos sobre o Brasil (COADS/NOAA). Observação para a confluência dos ventos na linha do Equador.

Normalmente, a ZCIT migra estacionalmente de sua posição mais ao norte, no Atlântico, em direção a posições mais ao sul, durante o verão austral. Os ventos alísios são mais intensos quando a ZCIT está ao norte (agosto a outubro), diminuindo progressivamente com sua migração em direção ao Equador, até alcançar os valores mínimos anuais durante os meses de março a abril, quando os ventos de sudeste são mais fracos.

O movimento da ZCIT em direção ao norte, e a intensificação dos ventos de sudeste que se iniciam em maio, apresenta fortes efeitos no oceano, como são as trocas no padrão da circulação oceânica, variações do

nível do mar e o aumento da velocidade das correntes costeiras (Philander e Pacanowski, 1986; Servain e Legler, 1986; Molinari e Johns, 1994, in Maia 1998).

Este ciclo estacional no clima da região apresenta uma série de modificações interanuais, geralmente associadas ao fenômeno do El Niño.

### 3.2.3- Caracterização das Condições Climáticas Locais

Na definição das características climáticas, a influência dos ventos e da temperatura na região de Fortaleza, foram utilizados dados referentes aos registros meteorológicos da FUNCEME (registro internacional 823970), englobando um período de 20 anos (1974-1994) e dados de precipitação do INPE por um período de 145 anos (1849-1994), sendo estes extraídos da compilação realizada por Maia (1998).

#### 3.2.3.1- Precipitação, Umidade e Insolação

O regime de pluviosidade da região se pode definir como do tipo tropical com estação de chuvas concentradas em 4 meses consecutivos e com um ciclo de variação anual. Geralmente a estação chuvosa predomina no mês de fevereiro, com um máximo no mês de março, e diminuindo progressivamente no resto do ano até alcançar os valores mínimos nos meses de setembro a novembro. A precipitação média anual situa-se em 1440 mm, podendo apresentar meses com valores máximos de até 765 mm (março de 1986). O primeiro semestre acumula 93% da precipitação anual.

A precipitação anual vem controlada pelo movimento da zona de convergência intertropical, que dependendo da sua posição e tempo de permanência sobre a área, pode gerar anos com mais ou menos chuvas. A figura 12, em anexo, mostra uma série de precipitações para o período de 1849 a 1994, onde se observa, que em geral, a precipitação apresenta uma grande variação ao longo dos anos, com valores mínimos de 483 mm (1877) e máximo de 2840 mm (1985), e ainda uma alternância entre anos de chuva e seca.

A umidade apresenta um padrão de variação semelhante a da precipitação, com um máximo no mês de março (83,9%) e um mínimo em setembro de (74%). A insolação média anual é de 3.000 horas, sendo uma

incidência solar média de 8 horas/dia. Durante o período de chuvas, a média passa a 6 horas/dia.

### 3.2.3.2- Vento

Para uma definição mais precisa do padrão de ventos foram utilizados dados de anemômetros colocados diretamente na praia do Futuro, principalmente das estações utilizadas no estudo do potencial energético eólico da COELCE, e complementadas por dados do LGMA/UFC. O conjunto de dados agrupados foram registradas durante o período de 1993 a 1996, totalizando 4 anos de observações.

A velocidade média do vento oscila ao longo do ano entre 2,5 e 4,5 m/s, alcançando maiores valores nos meses de agosto e setembro, e as mínimas nos meses de março e abril, ocorrendo durante o regime de precipitação. A direção predominante dos ventos está entre sudeste e leste, e com menor frequência a componente norte durante os quatro primeiros meses do ano.

O padrão de variação dos valores da velocidade média dos ventos (Fig. 13) mostra, para os dados registrados na região metropolitana de Fortaleza, a existência de um ciclo sazonal dentro de um período anual, com um mínimo no mês de março e um máximo no mês de setembro. Com relação as variações interanuais, se observa a presença de períodos anômalos com valores superiores a média climática. Esta anomalia positiva corresponde ao período de 1982/83, anos onde o fenômeno El Niño foi mais intenso.

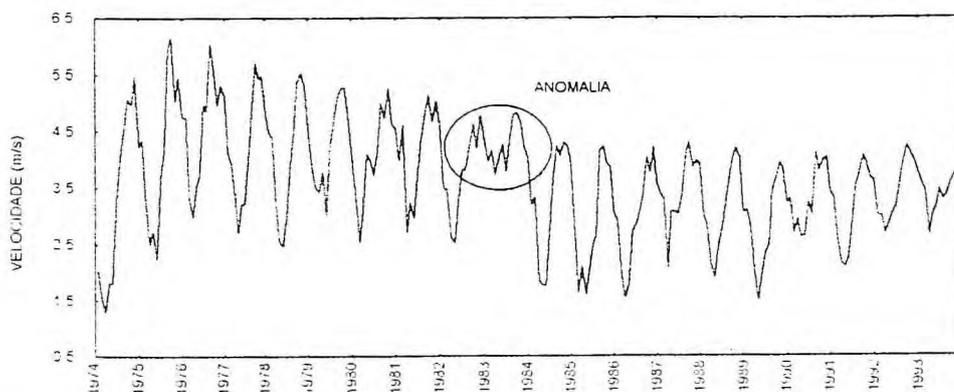


Figura 13 – Diminuição progressiva na velocidade dos ventos, segundo os dados da estação meteorológica da FUNCEME.

A regressão linear entre valores médios mensais e a velocidade do vento durante os anos de observações, mostra que nos meses de julho a janeiro, a relação é significativa, com índices de correlação de até  $-0,92$  (setembro), o que confirma a tendência de diminuição com o tempo.

A comparação dos dados da estação da FUNCEME com outras observações, como da estação do aeroporto da cidade, NOAA/COADS (USA), relativa ao período de 43 anos (1946-1989), recorrigido na plataforma continental em frente a cidade de Fortaleza, por barcos em rota e estações meteorológicas da COELCE, coletadas nas praias da Cofeco e Futuro, mostra que as estações da FUNCEME e aeroporto apresentam este comportamento, indicando a influência da média de registros destas estações. As estações da COELCE e COADS, apresentam valores similares e mesmo padrão de variação anual, enquanto que, comparadas com a FUNCEME, podemos determinar que as curvas estão separadas verticalmente em um valor médio de 3 m/s, que seria o valor de redução das velocidades dos ventos medidos na região central de Fortaleza (Fig. 14).

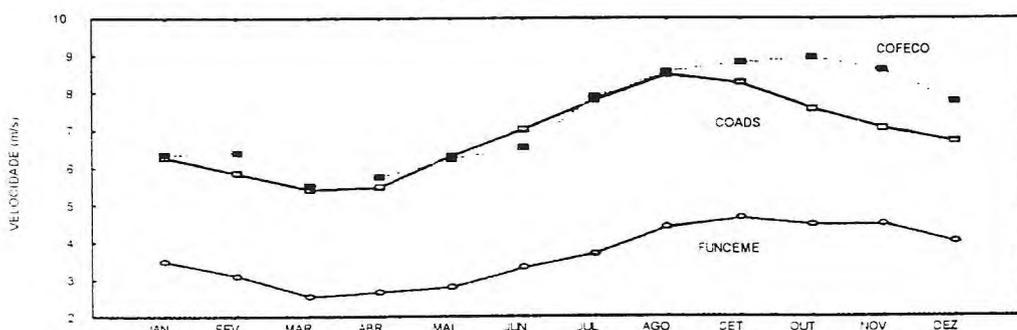


Figura 14 – Comparação entre as velocidades médias mensais das estações meteorológicas da FUNCEME, COELCE e NOAA/COADS.

### 3.2.3.3- Temperatura

O regime térmico da região está caracterizado por temperaturas elevadas de variação reduzida (Fig. 15-a). A temperatura média anual é de  $26,9^{\circ}\text{C}$ , com variações inferiores aos  $5^{\circ}\text{C}$ . A variação anual da temperatura apresenta uma forte componente estacional com mínimos nos meses de junho e agosto ( $26,3^{\circ}\text{C}$ ), correspondente ao inverno austral, e máximas no período de outubro a janeiro ( $27,6^{\circ}\text{C}$ ).

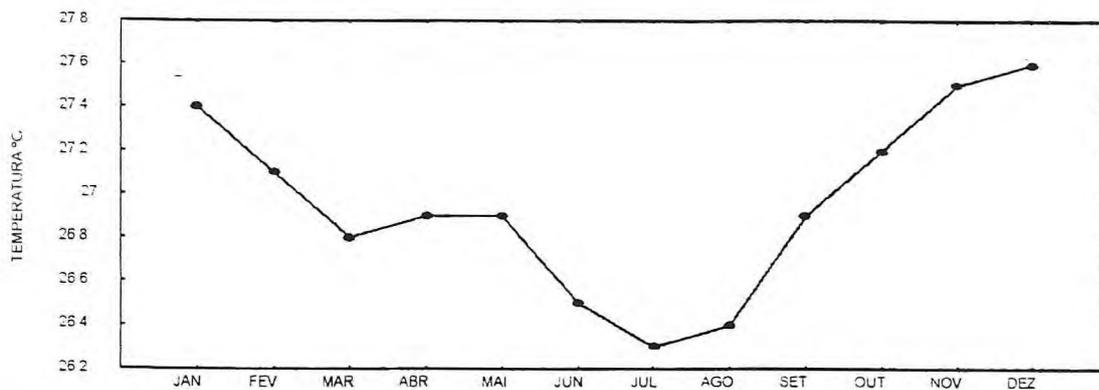


Figura 15 (a) – Padrão anual de variação da temperatura em Fortaleza.

A temperatura média dos últimos 20 anos apresenta uma tendência crescente (Fig. 15-b), sendo a taxa de aumento calculada na ordem de 0,8° C para este período, que corresponderia a uma taxa de aumento de 4° C por ciclo, como é o caso da velocidade do vento, cuja tendência mais significativa ( $r^2 = 0,67$ ) se observa durante o mês de setembro.

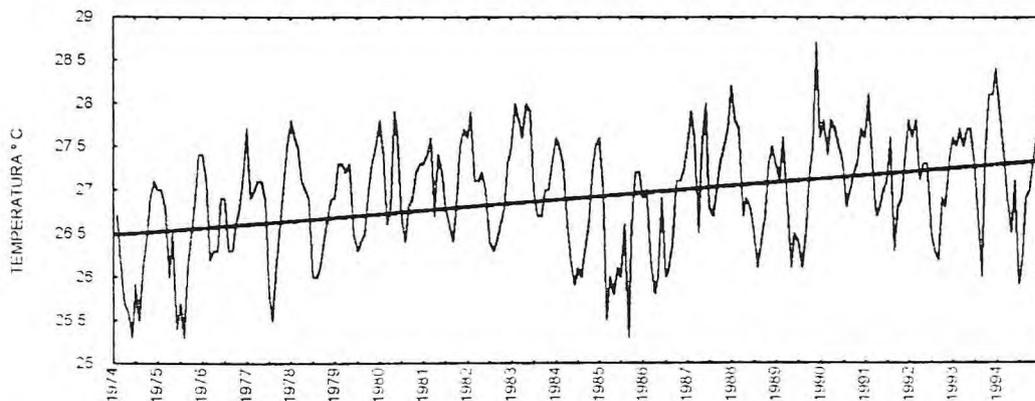


Figura 15 (b) – Gráfico do aumento da temperatura e reta de regressão para a estação da FUNCEME.

### 3.2.3.4- Correntes

Para definição do comportamento das correntes costeiras para região de Fortaleza e determinar os fatores de maior importância na configuração da circulação litorânea local, foram realizadas uma série de medições das correntes em 7 estações distribuídas ao longo do litoral, durante o período de estiagem (setembro a novembro) e período de chuvas (março a maio). Em cada estação (Anexo Fig. 16) as direções e velocidades das corrente foram tomadas por meio de um correntímetro Hidrocean, em perfis verticais

de profundidade a intervalos de 1 metro e durante um ciclo completo durante as marés de sigízia e quadratura. Paralelamente a estas medidas foram registradas os valores de velocidade / direção dos ventos e a salinidade / temperatura da coluna de água. Ainda, para caracterização das correntes litorâneas, foram utilizados dados de campanhas de seguimento de flutuadores.

#### **4- RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os agentes dinâmicos; vento, maré, ondas, correntes e grãos de areia, são os principais parâmetros que influenciam na dinâmica costeira (Anexo fig. 3), assim, determinou-se o padrão médio anual destes parâmetros para a região de estudo, caracterização feita através dos dados compilados por Maia (1998). Com estes parâmetros descritos a seguir, foram estes utilizados para serem inseridos no programa de simulação gráfica computadorizada. O resultado do potencial de dissipação da energia hidráulica das ondas, com a influência do "ArchReef" na natureza, é apresentado e discutido em seguida.

##### **4.1- Padrão de Ventos Locais**

A distribuição dos valores médios anuais ao longo do litoral do Ceará, mostram uma tendência de crescimento de SE-NW, associada a uma troca do vetor direção do tipo anticiclônico (Anexo Fig. 17). Este padrão de variação que se mantém praticamente constante todo ano, é devido a proximidade da zona de convergência intertropical, com as estações situadas mais ao norte, submetidas a uma maior influência dos ventos alísios de NE, e as estações do sul, com uma maior influência dos ventos alísios de sudeste.

A velocidade média mensal dos ventos para o período citado variam entre 3 e 8,4 m/s (Anexo Fig. 18), a utilização deste valor é uma simplificação da distribuição real.

Considerando o vento como uma unidade vetorial, teríamos para o caso de Fortaleza, que o vetor velocidade resultante poderia ser decomposto na soma de dois vetores distintos (Anexo Fig. 19-a). O primeiro e principal vetor, a componente meridional, estaria associado as

características climáticas regionais (ventos alísios), com a direção e velocidade-submetidas a trocas mensais e estacionais em função do movimento da zona de convergência intertropical. O segundo vetor, a componente zonal, corresponde as brisas originadas pelo aquecimento diferenciado do continente com relação ao mar.

A (Anexo Fig. 19-b), mostra um esquema simplificado do funcionamento do sistema de ventos na região, onde se apresenta as periodicidade durante um período de dois dias.

#### 4.2 – Padrão de Maré local

Para análise de maré, foram utilizados 14 registros analógicos mensais do mareógrafo LNG-15 (Anexo Fig. 20) do Instituto Nacional de Investigações Hidroviário (Rio de Janeiro, Brasil) instalado no porto do Mucurípe (lat. 03° 43,0' S; Long. 38° 28,7' W). Os registros das observações são referentes ao horário local (fuso horário do meridiano de 45° W, a menos 3 horas de *Greenwich*).

Na tabela 2, se apresentam os valores médios mensais das marés registradas pela bóia instalada no porto do Mucurípe. A amplitude máxima da maré, de 323 cm, foi observada na maré de sigízia do mês de dezembro de 1995, enquanto que a amplitude mínima, com valor de 75 cm, ocorreu na quadratura do mês de março de 1996. Se observa que as amplitudes máximas mensais da maré, e mais significativa as amplitudes mínimas mensais, prestam em certo período de oscilação de um semestre dos valores extremos. Isso indica a presença, de uma influência temporal (a longo prazo) das forças astronômicas sobre a maré, como por exemplo a troca anual média da declinação do sol. Nos meses de junho e dezembro aumentam as amplitudes de maré (tanto em quadratura como de sigízia), e nos meses de setembro e março as amplitudes diminuem. As diferenças temporárias das amplitudes nas sigízias alcançam 30 – 40 cm e nas marés de quadratura 40 – 50 cm, aproximadamente.

A cota do nível do mar, de + 341 cm, foi alcançada na maré de sigízia de janeiro de 1996, enquanto que a mínima, - 15 cm (negativa), foi nos meses de maio, julho e outubro de 1995. Desta forma a amplitude máxima que podem alcançar as oscilações do nível do mar, em função da ação

conjunta da maré e das ondas meteorológicas (influência do vento), durante o período de 14 meses representado pela soma do valor máximo e mínimo, é de 3,6m aproximadamente.

Mês/ ano	Amplitude (cm)	Maré	Cota (cm) Observada		Média (cm)
			Min	Max	
	Min	Max	Min	Max	
05/95	100	309	-15	297	143
06/95	121	301	-04	297	147
07/95	103	316	-15	302	140
08/95	82	306	-12	294	134
09/95	78	291	-14	277	128
10/95	82	294	-15	292	132
11/95	105	313	18	331	174
12/95	123	323	04	335	175
01/96	107	320	18	341	174
02/96	86	317	02	340	169
03/96	75	287	26	322	170
04/96	81	262	30	296	163
05/96	100	277	26	303	157
06/96	119	296	04	301	157

Tabela 2- Valores médios mensais das amplitudes de marés observadas pela bóia do Mucurípe.

O valor principal do Nível Médio do Mar (NMM), de 154 cm, foi calculado como o valor médio do nível para o período analisado de maio a junho de 1996, o qual está 5 centímetros abaixo do valor médio para 40 anos de observação.

Assim, pode-se afirmar que as forças astronômicas de caráter semi-diurno representam o papel principal na formação da maré no porto do Mucurípe, e por extensão, para as zonas adjacentes. As características do tempo de aparição da preamar durante o período analisado variam entre 05 h 09' (julho de 1995) e 06 h 25' (setembro de 1995), sem apresentar trocas temporárias significativas.

#### 4.3- Padrão de Onda local

A caracterização das ondas para a região de Fortaleza é baseada nos registros e informes dos 4 anos de medições (1991 – 1994) de ondas, realizadas no porto do Mucurípe pelo INPH, por contrato com a companhia DOCAS do Estado do Ceará. Os registros foram obtidos com uma bóia do tipo Wave rider (DataWell), instalada a uma profundidade média de 16 metros, situada a leste do espigão da praia do Futuro. Os registros foram tomados diariamente em intervalos de 03° 42' 14" de latitude Sul e 38° 27'

11" de longitude Oeste. As direções de propagação foram obtidas mediante 3 leituras diárias de teodolito, utilizou-se o farol do Mucuripe como ponto de apoio.

As características da onda para o período de um ano, de fevereiro de 1991 a março de 1992, mostram que a altura significativa apresenta uma distribuição muito homogênea, que pode ser caracterizada por uma função lognormal de ( $r = 0,988$  e desvio = 0,35) o Weibull  $k = 1,9$  ( $r = 0,985$  e desvio = 0,05) moda de 1,14 metros, média de 1,15 metros e desvio padrão de 0,21 metros. O período médio associado a altura significativa apresenta uma distribuição lognormal com valor mais freqüente de 5,70, uma altura de 5,89 segundos e um desvio padrão de 0,85.

A comparação entre parâmetros característicos das ondas mostra que somente a relação entre altura significativa e altura máxima apresenta uma boa correlação,  $r = 0,96$ . Se observa que a relação  $H_s/H_{max}$  é de 1,77, valor que é muito próximo a relação dada por uma distribuição do tipo Rayleigh (1,76), isto permite que os parâmetros estatísticos calculados possam ser utilizados com confiabilidade.

A relação  $H_s \times T_z$ , é a única que não apresenta uma correlação significativa, mostrando uma tendência de diminuição do período com o aumento da altura significativa. Como nesta representação não estão contempladas as diferentes direções da onda, a tendência pode neste caso, estar associada a trocas da característica da onda, do tipo *Sea* para *Swell*, ou ser um reflexo da dispersão dos valores do período médio para ondas com menor altura.

A altura espectral observada para o período de fevereiro de 1991 a março de 1992, variou entre 0,25 e 0,91, com 94,2 % dos casos apresentando valores maiores que 0,55 para a onda do tipo *sea*, um com 0,28 % para valores menores que 0,35 para onda do tipo *swell*.

A onda apresenta diferentes características com relação a sua zona de geração, se está dentro da zona (*Fetch*) é definido como do tipo *sea*, enquanto que o termo *swell* é aplicado para ondas que estão fora da zona de geração. A exposição anterior mostra que praticamente toda onda registrada na bóia do porto do Mucuripe é do tipo *sea*, o que indica que as

ondas estão dentro da zona de geração e são originadas por influência dos ventos locais.

Se observa que a distribuição direcional da onda e do vento é a mesma, indicando que as características da onda são fortemente controladas pela velocidade e direção do vento, o que é confirmado por um coeficiente de correlação de 0,98 entre as duas variáveis.

Para o período considerado, os valores de frequência apresentam pouca variação, indicando que a região apresenta um clima de ondas praticamente homogêneo. As curvas (Anexo, Fig. 21) apresentam uma distribuição normal com o mesmo valor modal para os quatro anos, representado pelo valor de classe de 1,15.

As características fundamentais da onda (altura e período) apresentam uma estreita relação com a velocidade do vento e dependem entre outros fatores do *fetch* e do tempo em que o vento atua em uma determinada direção.

Como conclusão, afirma-se que as ondas registradas na bóia do porto do Mucuripe é principalmente do tipo sea e que pode ser bem caracterizado tanto pela altura espectral como pela correlação com as características dos campos de ventos regionais, coincidindo com a direção dos ventos alísios. A variação da altura significativa está associada a variação da velocidade e apresenta um ciclo de variação estacional.

#### 4.4- Padrão de Corrente local

As medições das correntes marinhas superficiais mostram que o valor da velocidade varia no período de estiagem entre 0,22 e 0,68 m/s, com um valor médio de 0,34 m/s, enquanto que o período de chuvas da velocidade média é ligeiramente inferior (0,25 m/s) e apresenta um maior raio de variação (0,08 a 0,58 m/s). Ao longo de todo período estudado, a velocidade da corrente superficial apresenta uma boa relação entre as duas velocidades (corrente / vento) entre 0,027 m/s e 0,059 m/s (Anexo Fig. 22), com uma média de 0,039 para o período de estiagem, e entre 0,033 m/s e 0,051 m/s (média de 0,037 m/s) para o inverno. Os valores médios das relações indicam que a velocidade da corrente é 4% do valor da velocidade do vento.

Com relação as características direcionais, se observa que nos períodos da direção predominante da corrente superficial é em direção WNW (paralelo a costa), com variação entre WSW e NNW. Como no caso da velocidade, se observa também que existe uma boa correlação entre a direção da corrente superficial e a direção de aproximação do vento. Considerando o resultado da comparação da direção da corrente e a projeção da direção do vento para o quadrante oposto (já que por notação o vento vem e a corrente vai), se observa que a diferença varia entre 0° e 45°, com um valor médio de 18°. O valor positivo da diferença significa, que em geral, a direção da corrente está diferenciada em 18° até a esquerda em relação a direção do vento.

O movimento gerado pelo vento na superfície das águas é transferida para as faixas inferiores da coluna de água, que em teoria, deveriam gerar um perfil logarítmico de velocidade. A figura 23, em anexo, representa três perfis verticais tomados em intervalos de horas, na estação 6, de uma seqüência de maré variante e o perfil logarítmico da velocidade teórica.

Em geral, e como poderia se prever, a velocidade diminui com a profundidade, apresentando uma menor dispersão dos valores da velocidade na parte superficial (16 %) e inferior (10 %) da coluna de água e uma grande dispersão na parte intermediária (20 a 39%). As velocidades de fundo variam entre (0,07 e 0,12 m/s), com um valor médio de 0,09 m/s. Na ausência de perfis logarítmicos, as trocas no gradiente de velocidade estão associados na influência de outras fontes de movimento, como das correntes de maré ou geradas por ondas (Nielsen, 1992 in Maia, 1998).

Em anexo, a figura 24 apresenta o histograma de todas as direções de corrente registradas ao longo da vertical, sua relação com a linha da costa e a rosa comparativa com as direções dos ventos registradas simultaneamente.

Em relação a distribuição da direção da corrente, se observa que em 70% dos casos predominam a corrente paralela a costa, seguida da divergente (16%), convergente (11%) e normal (3%). Como interpretação, e por comparação com a rosa, se pode observar que ao longo da vertical predominam as correntes geradas pelo vento, seguindo as variações da corrente principal por influência dos movimentos das marés e, em uma

porcentagem bem pequena, aparecem as correntes puras de maré (direção normal), que se apresentam na parte inferior do perfil.

#### 4.4.1- Correntes litorâneas da praia do Futuro

Os resultados desta medição, através do seguimento de flutuadores, se apresentam em função do ponto de deriva inicial, já que o porto e a morfologia costeira condicionam o padrão de corrente geral (Anexo Fig. 25 a). As correntes costeiras acima do porto (sudeste), apresentam duas trajetórias distintas (Anexo Fig. 25 b); paralela a costa, com valores de velocidade entre 0,24 e 0,31 m/s, e normal a costa, com velocidades entre 0,23 e 0,58 m/s. Se observa que a batimetria do ponto de deriva inicial do flutuador determina o padrão geral da trajetória. Se o ponto inicial está em profundidades superiores a -10 metros, a corrente será sempre paralela a costa. Se a deriva impera próxima a curva batimétrica de - 5 metros, a corrente apresenta uma trajetória inicial paralela a costa e, dependendo da direção do vento, pode trocar de direção, passando a propagar-se até a costa. Para profundidades inferiores a 5 metros, a corrente é sempre até a costa e apresenta os maiores valores de velocidade, possivelmente por influência das ondas.

O porto aparece como o elemento principal de controle e configuração das correntes costeiras. A figura 26, em anexo, apresenta os padrões de trajetória das correntes superficiais observadas na região do porto.

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

**Amostra** Ta-p1  
**Projeto** Guilherme (pesca)  
**Coodenadas**

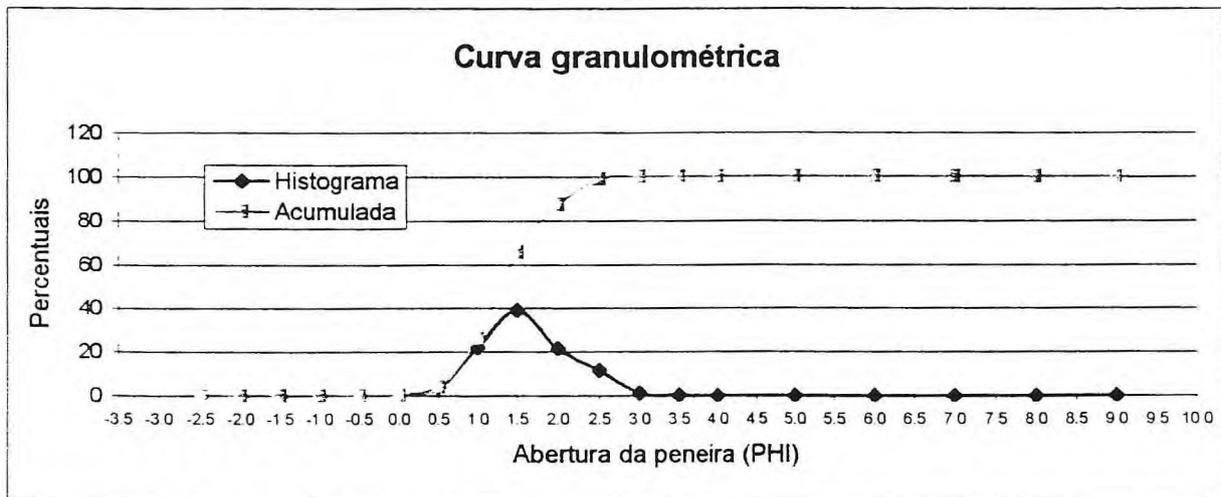
**Peso Total** 100.00

**Profundidade (m) -**

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.20	0.20	0.20
0.5	0.701	3.98	3.98	4.18
1.0	0.500	22.19	22.19	26.37
1.5	0.354	39.37	39.37	65.74
2.0	0.250	21.63	21.63	87.37
2.5	0.177	11.66	11.66	99.03
3.0	0.125	1.12	1.12	100.15
3.5	0.088	0.16	0.16	100.31
4.0	0.062	0.02	0.02	100.33
5.0	0.031		0.00	100.33
6.0	0.016		0.00	100.33
7.0	0.008		0.00	100.33
8.0	0.004		0.00	100.33
9.0	0.002		0.00	100.33

Percentis	
1°	1.8900
5°	2.1600
16°	2.5300
25°	2.6400
50°	2.9400
75°	3.2500
86°	3.3600
95°	3.5000

Param. Estatísticos	
Média	2.9500
Mediana	2.9400
Curtose	0.9000
Assimetria	(0.0800)
Grau de Selec.	0.4100



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção **Bem selecionado**  
 Classificação pela Média **Areia Fina**  
 Classificação pela Mediana **Areia Fina**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	99.57
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação **Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a** Carbonato(%) **0**

#### Classificação por Shepard

Classificação **Areia ou Arenito**

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

**Amostra** Ta-p2

**Peso Total**

100.00

**Projeto** Guilherme (pesca)

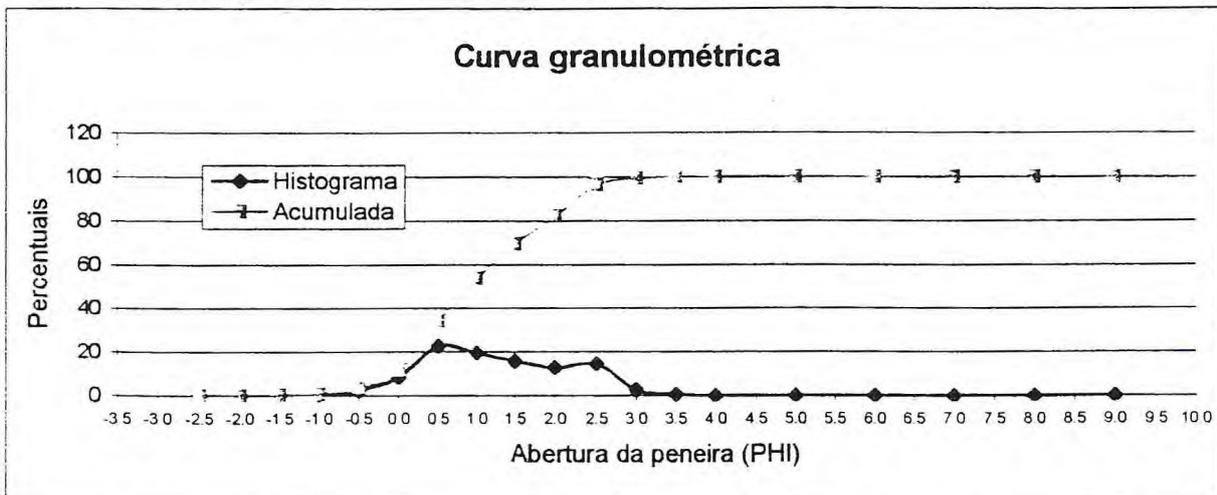
**Coordenadas**

**Profundidade (m) -**

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.17	0.17	0.17
-1.0	2.000	0.49	0.49	0.66
-0.5	1.414	2.40	2.40	3.06
0.0	1.000	8.43	8.43	11.49
0.5	0.701	22.67	22.67	34.16
1.0	0.500	19.49	19.49	53.65
1.5	0.354	15.83	15.83	69.48
2.0	0.250	12.65	12.65	82.13
2.5	0.177	14.46	14.46	96.59
3.0	0.125	2.76	2.76	99.35
3.5	0.088	0.58	0.58	99.93
4.0	0.062	0.02	0.02	99.95
5.0	0.031		0.00	99.95
6.0	0.016		0.00	99.95
7.0	0.008		0.00	99.95
8.0	0.004		0.00	99.95
9.0	0.002		0.00	99.95

Percentis	
1 <sup>o</sup>	1.8900
5 <sup>o</sup>	2.1600
16 <sup>o</sup>	2.5300
25 <sup>o</sup>	2.6400
50 <sup>o</sup>	2.9400
75 <sup>o</sup>	3.2500
86 <sup>o</sup>	3.3600
95 <sup>o</sup>	3.5000

Param. Estatísticos	
Média	2.9500
Mediana	2.9400
Curtose	0.9000
Assimetria	(0.0800)
Grau de Selec.	0.4100



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Bem selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Fina**

Classificação pela Mediana

**Areia Fina**

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%)

0

**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	99.57
Lama	0.00
Site	0.00
Argila	0.00

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tap3

Peso Total

100.00

Projeto Guilherme (pesca)

Coodenadas

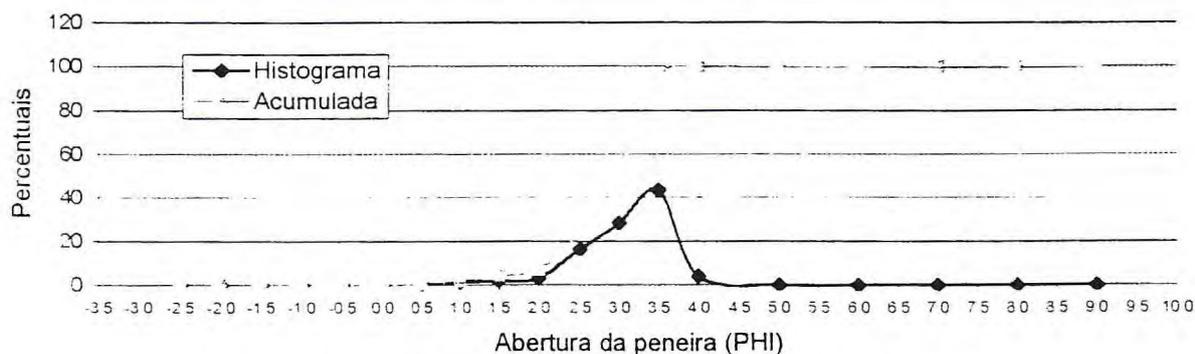
Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.03	0.03	0.03
0.0	1.000	0.07	0.07	0.10
0.5	0.701	0.48	0.48	0.58
1.0	0.500	1.50	1.50	2.08
1.5	0.354	2.15	2.15	4.23
2.0	0.250	3.10	3.10	7.33
2.5	0.177	16.65	16.65	23.98
3.0	0.125	28.36	28.36	52.34
3.5	0.088	43.49	43.49	95.83
4.0	0.062	3.97	3.97	99.80
5.0	0.031		0.00	99.80
6.0	0.016		0.00	99.80
7.0	0.008		0.00	99.80
8.0	0.004		0.00	99.80
9.0	0.002		0.00	99.80

Percentis	
1°	0.6400
5°	1.6300
16°	2.2600
25°	2.5200
50°	2.9600
75°	3.2600
86°	3.3600
95°	3.4900

Param. Estatísticos	
Média	2.8100
Mediana	2.9600
Curtose	1.0300
Assimetria	(0.3500)
Grau de Selec.	0.5600

#### Curva granulométrica



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Moderadamente selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Fina**

Classificação pela Mediana

**Areia Fina**

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%) 0  
**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	99.79
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

**Amostra** -Ta-p4

**Peso Total**

100.00

**Projeto** Guilherme (pesca)

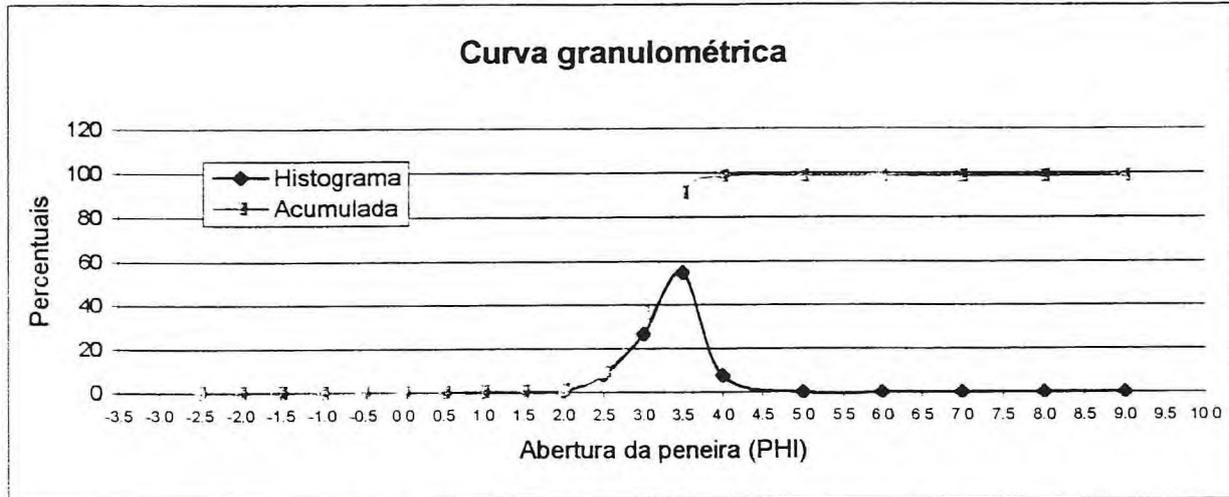
**Coodenadas**

**Profundidade (m) -**

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.03	0.03	0.03
0.0	1.000	0.03	0.03	0.06
0.5	0.701	0.03	0.03	0.09
1.0	0.500	0.09	0.09	0.18
1.5	0.354	0.24	0.24	0.42
2.0	0.250	0.70	0.70	1.12
2.5	0.177	8.22	8.22	9.34
3.0	0.125	26.70	26.70	36.04
3.5	0.088	54.84	54.84	90.88
4.0	0.062	7.60	7.60	98.48
5.0	0.031		0.00	98.48
6.0	0.016		0.00	98.48
7.0	0.008		0.00	98.48
8.0	0.004		0.00	98.48
9.0	0.002		0.00	98.48

Percentis	
1°	1.9200
5°	2.2400
16°	2.6200
25°	2.7900
50°	3.1300
75°	3.3600
86°	3.4400
95°	3.7700

Param. Estatísticos	
Média	3.0300
Mediana	3.1300
Curtose	1.1200
Assimetria	(0.2000)
Grau de Selec.	0.4400



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Bem selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Muito Fina**

Classificação pela Mediana

**Areia Muito Fina**

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

Carbonato(%)

0

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	98.47
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tb-p1

Peso Total

100.00

Projeto

Coodenadas

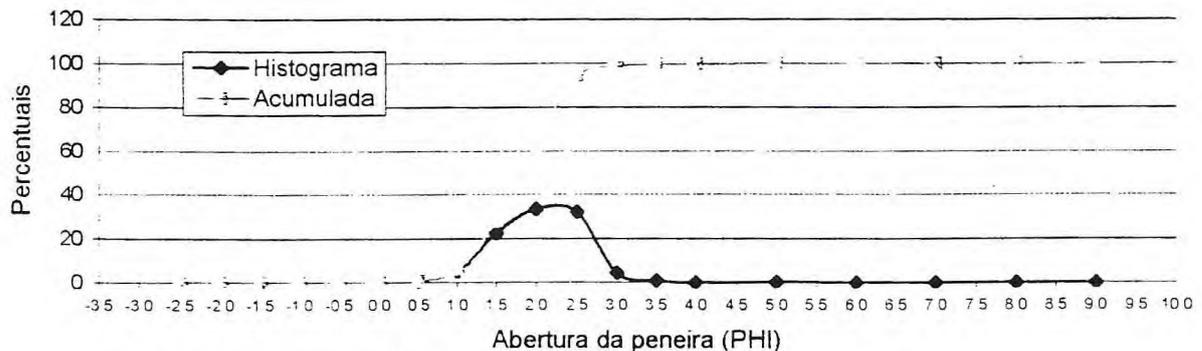
Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.00	0.00	0.00
0.5	0.701	0.44	0.44	0.44
1.0	0.500	5.29	5.29	5.73
1.5	0.354	22.55	22.55	28.28
2.0	0.250	33.68	33.68	61.96
2.5	0.177	32.31	32.31	94.27
3.0	0.125	4.47	4.47	98.74
3.5	0.088	0.87	0.87	99.61
4.0	0.062	0.08	0.08	99.69
5.0	0.031	0.32	0.32	100.01
6.0	0.016	0.00	0.00	100.01
7.0	0.008	0.00	0.00	100.01
8.0	0.004	0.00	0.00	100.01
9.0	0.002	0.00	0.00	100.01

Percentis	
1°	0.5500
5°	0.9300
16°	1.2300
25°	1.4300
50°	1.8200
75°	2.2000
86°	2.3400
95°	2.5800

Param. Estatísticos	
Média	1.7800
Mediana	1.8200
Curtose	0.8700
Assimetria	(0.0700)
Grau de Selec.	0.5300

#### Curva granulométrica



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Moderadamente selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Média**

Classificação pela Mediana

**Areia Média**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	99.68
Lama	0.32
Silte	0.32
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

Carbonato(%)

0

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

**Amostra** Tb-p2

**Peso Total**

100.00

**Projeto** Guilherme (pesca)

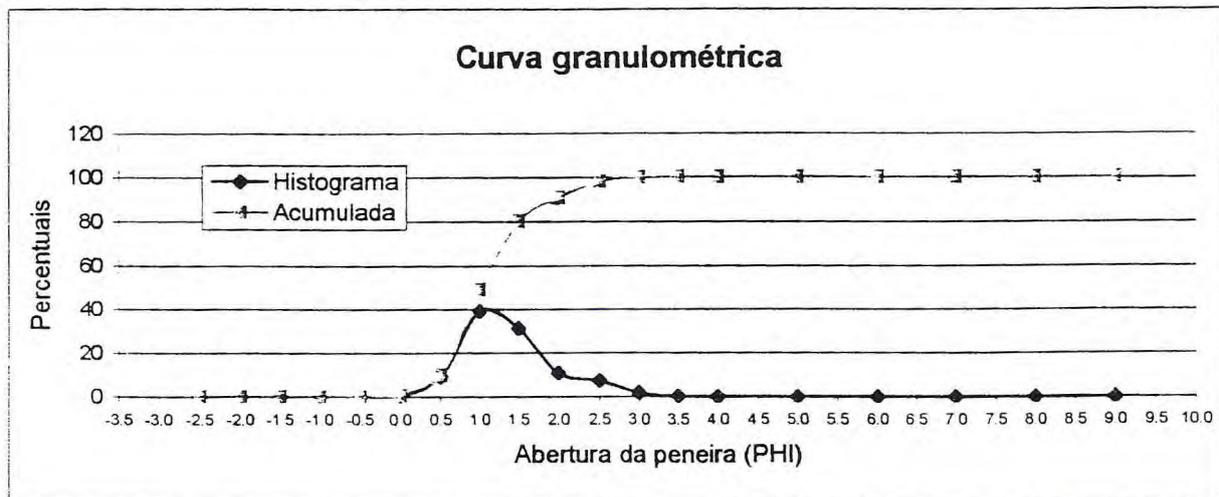
**Coodenadas**

**Profundidade (m) -**

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.60	0.60	0.60
0.5	0.701	9.32	9.32	9.92
1.0	0.500	39.10	39.10	49.02
1.5	0.354	31.31	31.31	80.33
2.0	0.250	10.69	10.69	91.02
2.5	0.177	7.14	7.14	98.16
3.0	0.125	1.72	1.72	99.88
3.5	0.088	0.32	0.32	100.20
4.0	0.062	0.01	0.01	100.21
5.0	0.031		0.00	100.21
6.0	0.016		0.00	100.21
7.0	0.008		0.00	100.21
8.0	0.004		0.00	100.21
9.0	0.002		0.00	100.21

Percentis	
1°	0.0200
5°	0.2400
16°	0.5800
25°	0.6900
50°	1.0200
75°	1.4200
86°	1.6700
95°	2.2800

Param. Estatísticos	
Média	1.1200
Mediana	1.0200
Curtose	1.1600
Assimetria	0.2200
Grau de Selec.	0.5800



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Moderadamente selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Média**

Classificação pela Mediana

**Areia Média**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	100.21
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%)

0

**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tb-p3  
 Projeto Guilherme (pesca)  
 Coodenadas

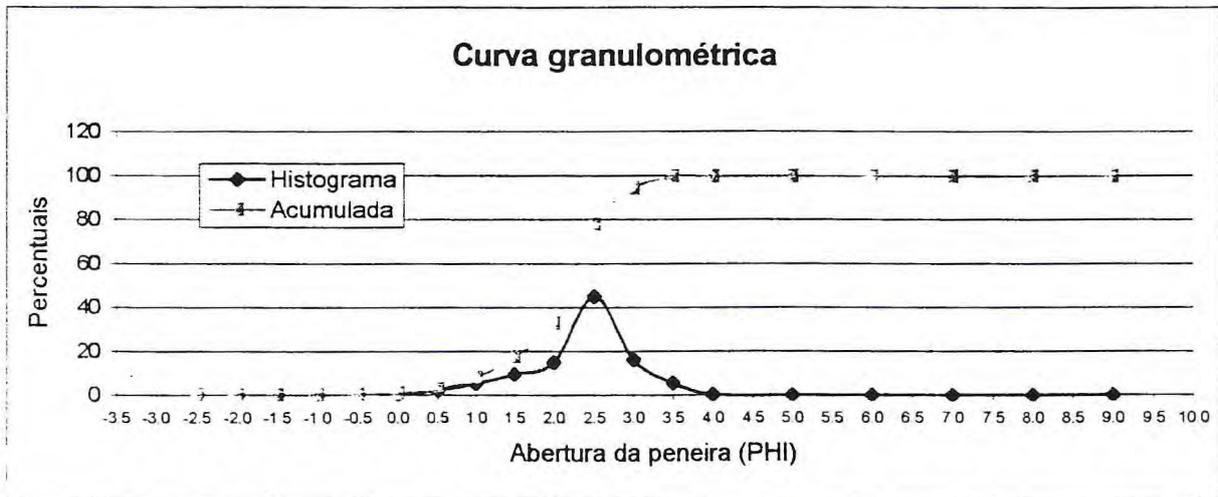
Peso Total 100.00

Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.07	0.07	0.07
-0.5	1.414	0.15	0.15	0.22
0.0	1.000	0.53	0.53	0.75
0.5	0.701	2.26	2.26	3.01
1.0	0.500	5.24	5.24	8.25
1.5	0.354	9.54	9.54	17.79
2.0	0.250	15.16	15.16	32.95
2.5	0.177	45.01	45.01	77.96
3.0	0.125	16.17	16.17	94.13
3.5	0.088	5.43	5.43	99.56
4.0	0.062	0.21	0.21	99.77
5.0	0.031		0.00	99.77
6.0	0.016		0.00	99.77
7.0	0.008		0.00	99.77
8.0	0.004		0.00	99.77
9.0	0.002		0.00	99.77

Percentis	
1°	0.0500
5°	0.6900
16°	1.4100
25°	1.7400
50°	2.1900
75°	2.4700
86°	2.6900
95°	3.0800

Param. Estatísticos	
Média	2.0500
Mediana	2.1900
Curtose	1.3400
Assimetria	(0.2400)
Grau de Selec.	0.6800



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção **Moderadamente selecionado**  
 Classificação pela Média **Areia Fina**  
 Classificação pela Mediana **Areia Fina**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.07
Areia	99.71
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação **Areia Litoclástica com Grânulos - AL1b** Carbonato(%) 0

#### Classificação por Shepard

Classificação **Areia ou Arenito**

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tc-p1

Peso Total

100.00

Projeto Guilherme (pesca)

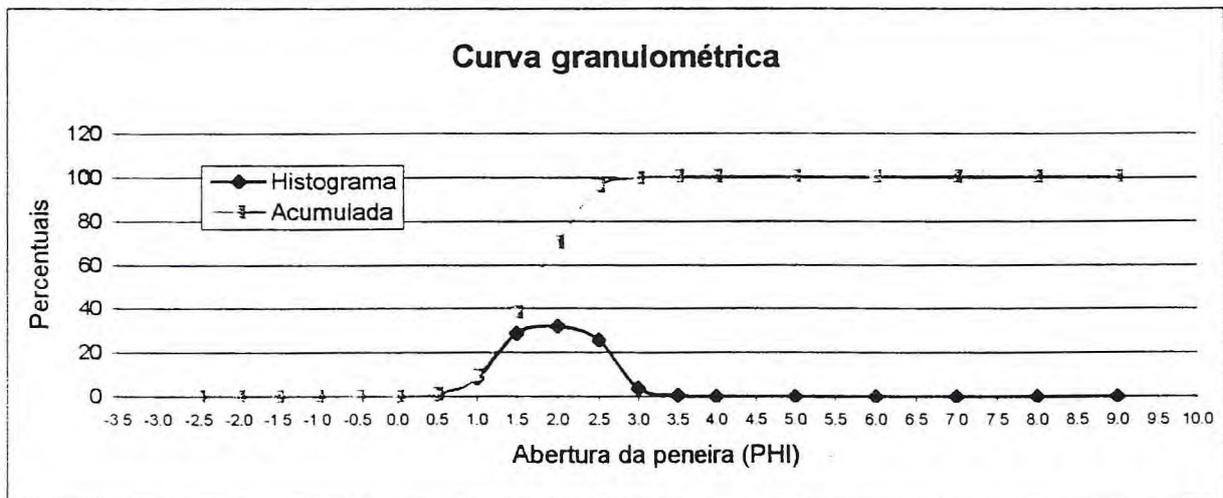
Coodenadas

Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.03	0.03	0.03
0.5	0.701	1.25	1.25	1.28
1.0	0.500	8.30	8.30	9.58
1.5	0.354	28.65	28.65	38.23
2.0	0.250	32.08	32.08	70.31
2.5	0.177	25.67	25.67	95.98
3.0	0.125	3.75	3.75	99.73
3.5	0.088	0.67	0.67	100.40
4.0	0.062	0.07	0.07	100.47
5.0	0.031		0.00	100.47
6.0	0.016		0.00	100.47
7.0	0.008		0.00	100.47
8.0	0.004		0.00	100.47
9.0	0.002		0.00	100.47

Percentis	
1°	0.3900
5°	0.7200
16°	1.1100
25°	1.2700
50°	1.6800
75°	2.0900
86°	2.2700
95°	2.4800

Param. Estatísticos	
Média	1.6900
Mediana	1.6800
Curtose	0.8800
Assimetria	(0.0400)
Grau de Selec.	0.5500



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

Moderadamente selecionado

Classificação pela Média

Areia Média

Classificação pela Mediana

Areia Média

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	100.47
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%) 0  
 Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a

#### Classificação por Shepard

Classificação

Areia ou Arenito

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tc-p2

Peso Total

100.00

Projeto Guilherme (pesca)

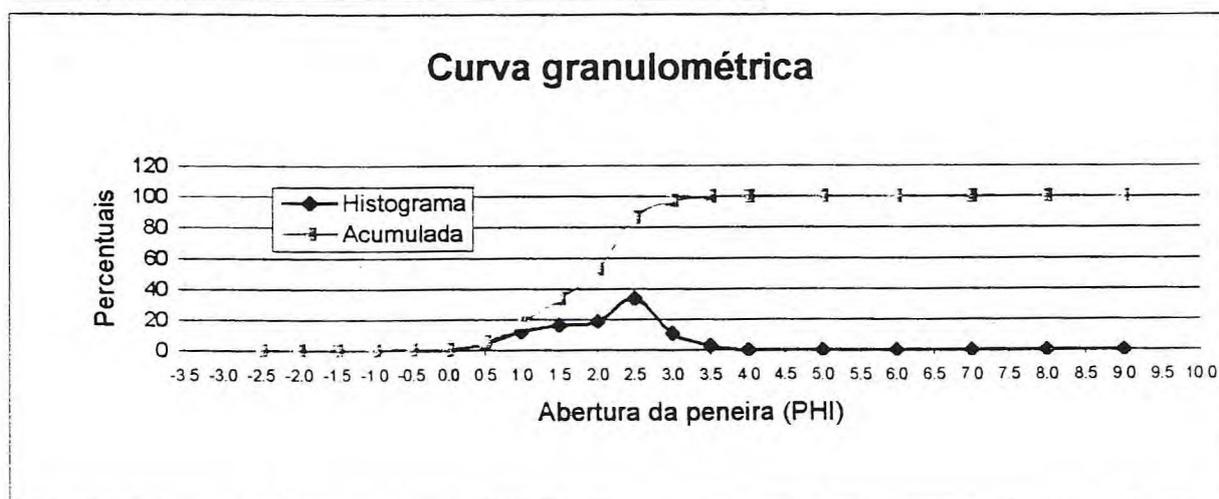
Coodenadas

Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.04	0.04	0.04
-0.5	1.414	0.30	0.30	0.34
0.0	1.000	0.50	0.50	0.84
0.5	0.701	4.70	4.70	5.54
1.0	0.500	12.21	12.21	17.75
1.5	0.354	16.05	16.05	33.80
2.0	0.250	18.74	18.74	52.54
2.5	0.177	33.83	33.83	86.37
3.0	0.125	10.86	10.86	97.23
3.5	0.088	2.77	2.77	100.00
4.0	0.062	0.09	0.09	100.09
5.0	0.031		0.00	100.09
6.0	0.016		0.00	100.09
7.0	0.008		0.00	100.09
8.0	0.004		0.00	100.09
9.0	0.002		0.00	100.09

Percentis	
1°	0.0200
5°	0.4400
16°	0.9300
25°	1.2300
50°	1.9300
75°	2.3300
86°	2.4700
95°	2.9000

Param. Estatísticos	
Média	1.7000
Mediana	1.9300
Curtose	0.9100
Assimetria	(0.2600)
Grau de Selec.	0.7600



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Moderadamente selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Média**

Classificação pela Mediana

**Areia Média**

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.04
Areia	100.04
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%)

0

**Areia Litoclástica com Grânulos - AL1b**

#### Classificação por Shepard

Classificação

**Areia ou Arenito**

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tc-p3

Peso Total

100.00

Projeto Guilherme (pesca)

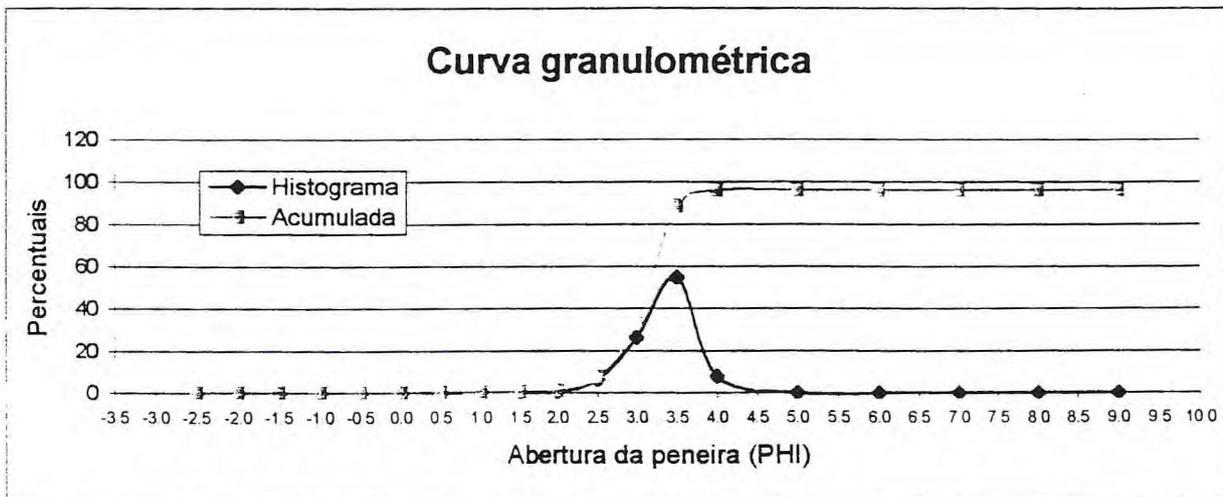
Coodenadas

Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.03	0.03	0.03
0.5	0.701	0.13	0.13	0.16
1.0	0.500	0.18	0.18	0.34
1.5	0.354	0.23	0.23	0.57
2.0	0.250	0.61	0.61	1.18
2.5	0.177	6.32	6.32	7.50
3.0	0.125	26.24	26.24	33.74
3.5	0.088	54.81	54.81	88.55
4.0	0.062	7.74	7.74	96.29
5.0	0.031		0.00	96.29
6.0	0.016		0.00	96.29
7.0	0.008		0.00	96.29
8.0	0.004		0.00	96.29
9.0	0.002		0.00	96.29

Percentis	
1°	1.8600
5°	2.3000
16°	2.6800
25°	2.8300
50°	3.1500
75°	3.3800
86°	3.4600
95°	3.9200

Param. Estatísticos	
Média	3.0600
Mediana	3.1500
Curtose	1.2200
Assimetria	(0.1300)
Grau de Selec.	0.4400



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

Bem selecionado

Classificação pela Média

Areia Muito Fina

Classificação pela Mediana

Areia Muito Fina

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

Carbonato(%)

0

Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a

#### Classificação por Shepard

Classificação

Areia ou Arenito

Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	96.27
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

#### 4.5 – Resultado do Estudo Granulométrico

Amostra Tc-p4

Peso Total

100.00

Projeto - Guilherme (pesca)

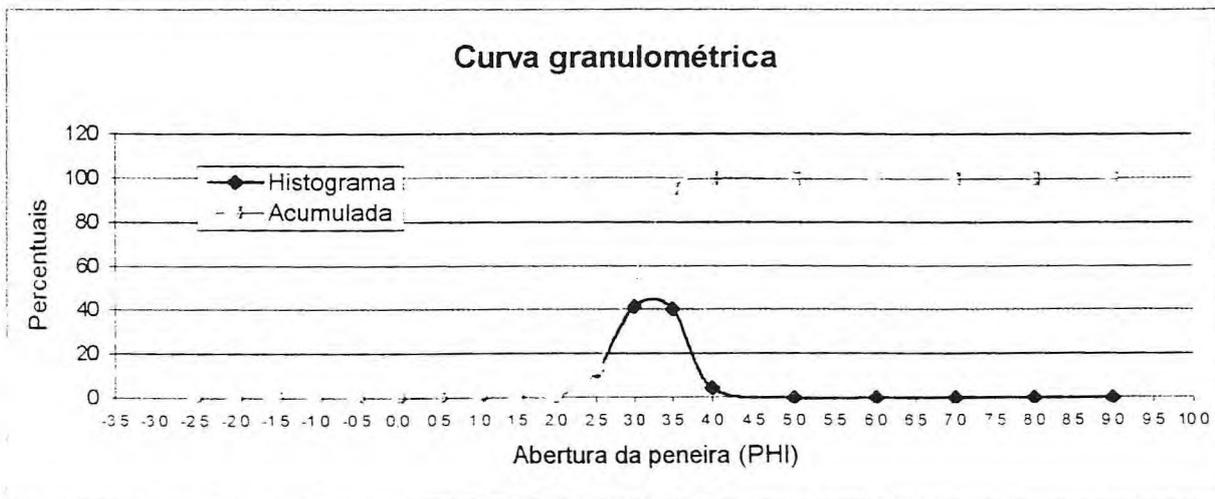
Coodenadas

Profundidade (m) -

PHI	D(mm)	Peso	Percentual	% Acumulado
-2.5	5.657	0.00	0.00	0.00
-2.0	4.000	0.00	0.00	0.00
-1.5	2.828	0.00	0.00	0.00
-1.0	2.000	0.00	0.00	0.00
-0.5	1.414	0.00	0.00	0.00
0.0	1.000	0.01	0.01	0.01
0.5	0.701	0.02	0.02	0.03
1.0	0.500	0.07	0.07	0.10
1.5	0.354	0.24	0.24	0.34
2.0	0.250	0.85	0.85	1.19
2.5	0.177	12.16	12.16	13.35
3.0	0.125	41.47	41.47	54.82
3.5	0.088	40.30	40.30	95.12
4.0	0.062	4.47	4.47	99.59
5.0	0.031		0.00	99.59
6.0	0.016		0.00	99.59
7.0	0.008		0.00	99.59
8.0	0.004		0.00	99.59
9.0	0.002		0.00	99.59

Percentis	
1°	1.8900
5°	2.1600
16°	2.5300
25°	2.6400
50°	2.9400
75°	3.2500
86°	3.3600
95°	3.5000

Param. Estatísticos	
Média	2.9500
Mediana	2.9400
Curtose	0.9000
Assimetria	(0.0800)
Grau de Selec.	0.4100



#### Classificação de Folk Ward

Grau de Seleção

**Bem selecionado**

Classificação pela Média

**Areia Fina**

Classificação pela Mediana

**Areia Fina**

#### Classificação de Larssonaur

Classificação

**Areia Litoclástica com Cascalho - AL1a**

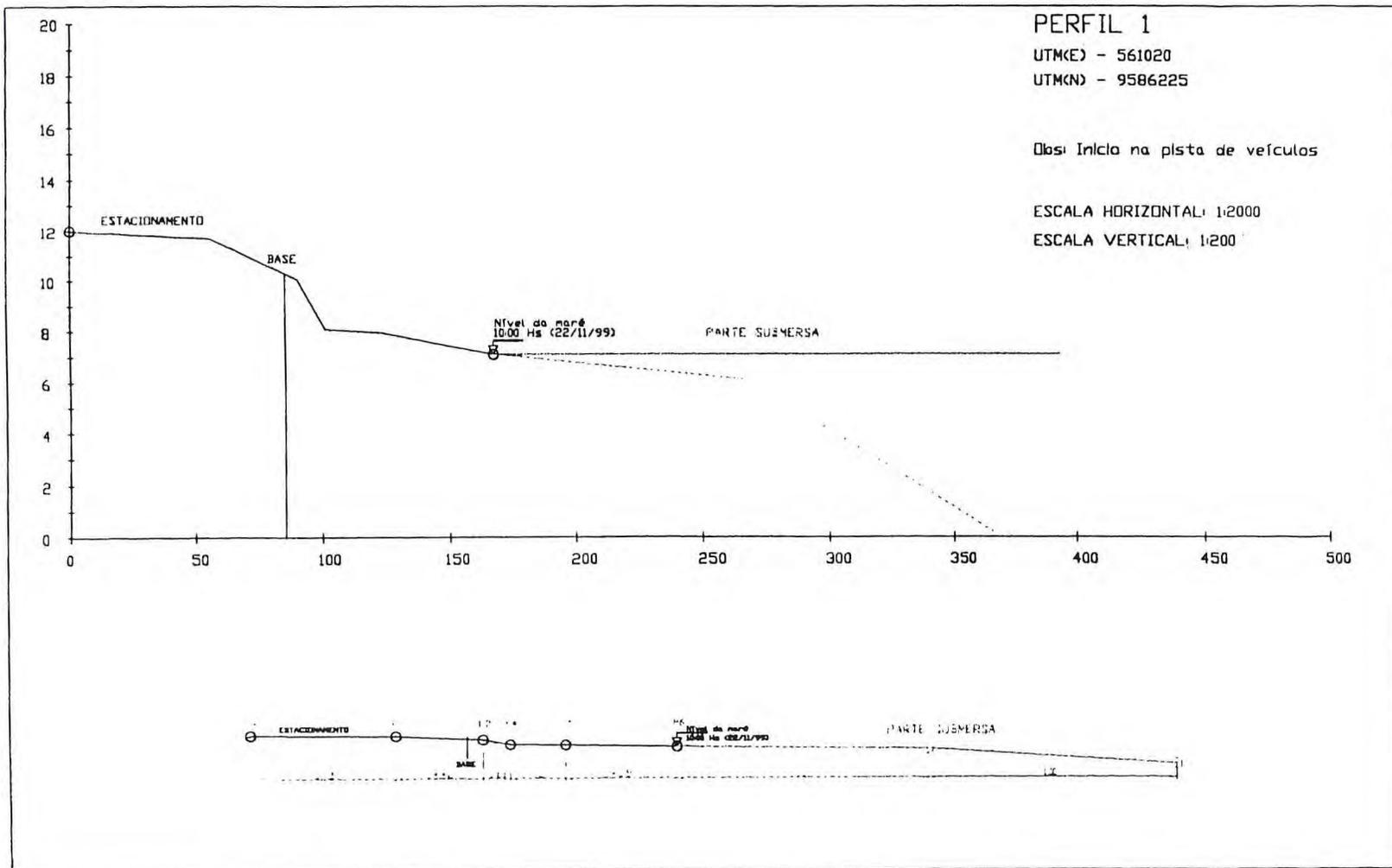
Teores da amostra (%)	
Cascalho	0.00
Areia	99.57
Lama	0.00
Silte	0.00
Argila	0.00

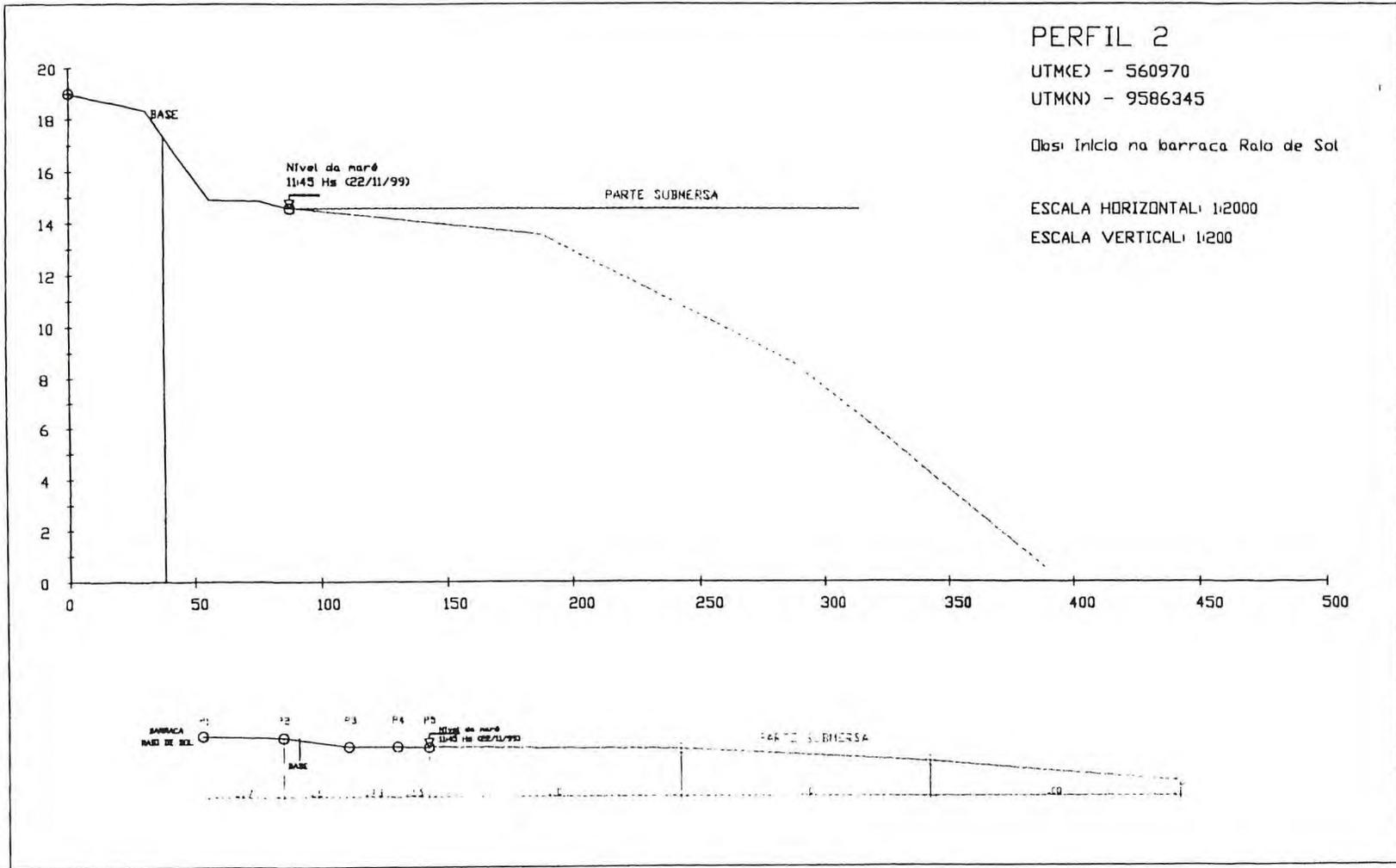
#### Classificação por Shepard

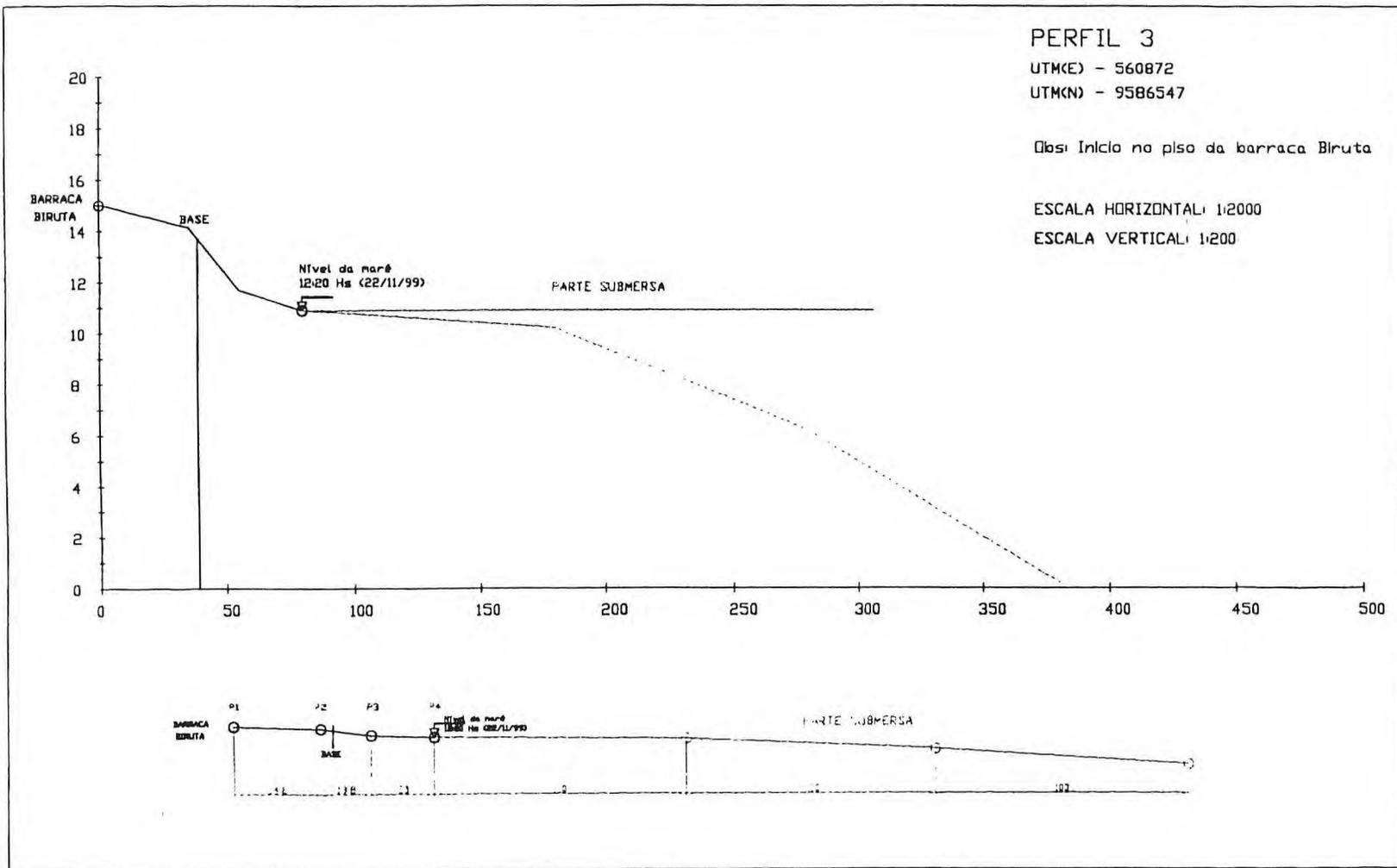
Classificação

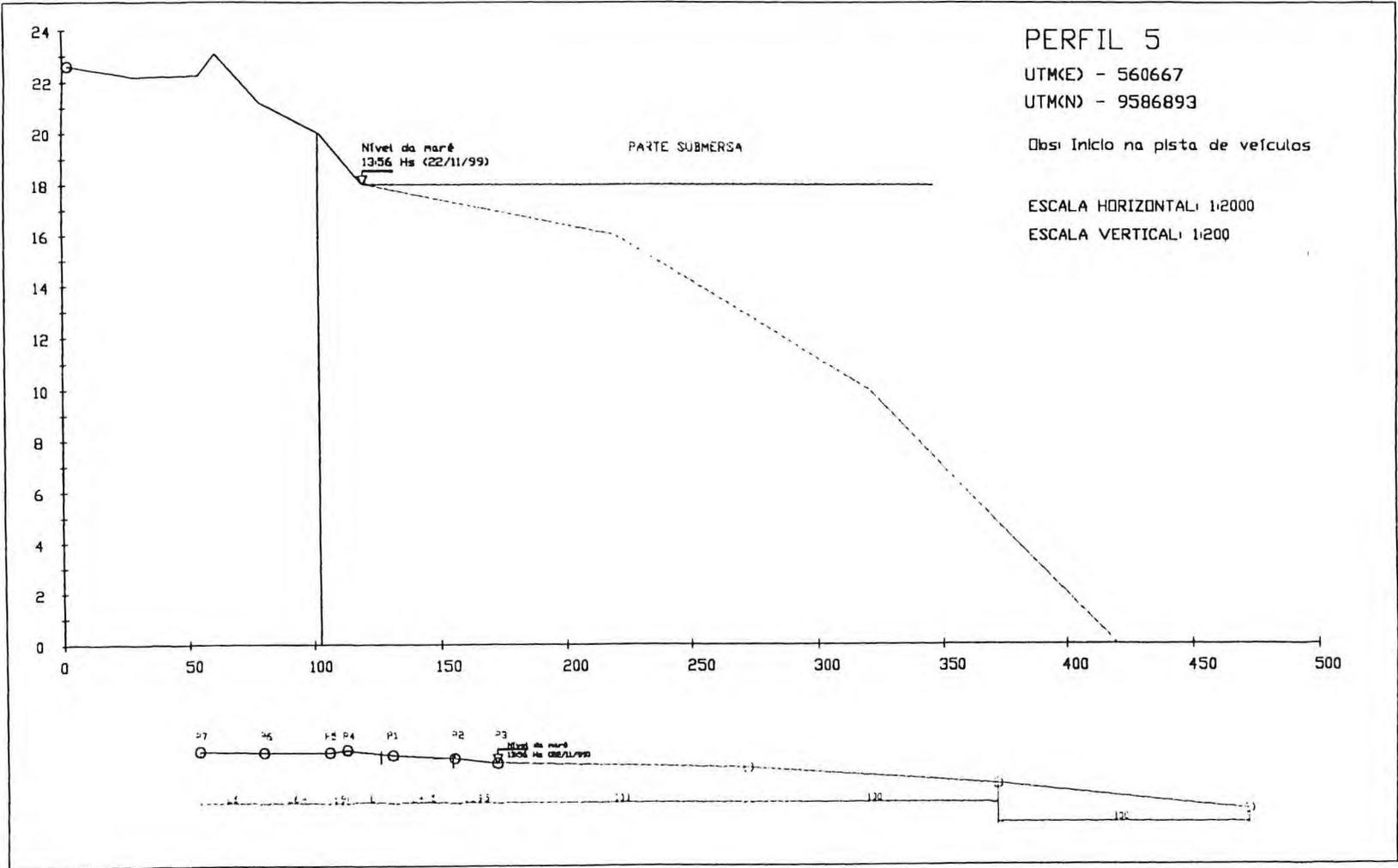
**Areia ou Arenito**

Carbonato(%) 0







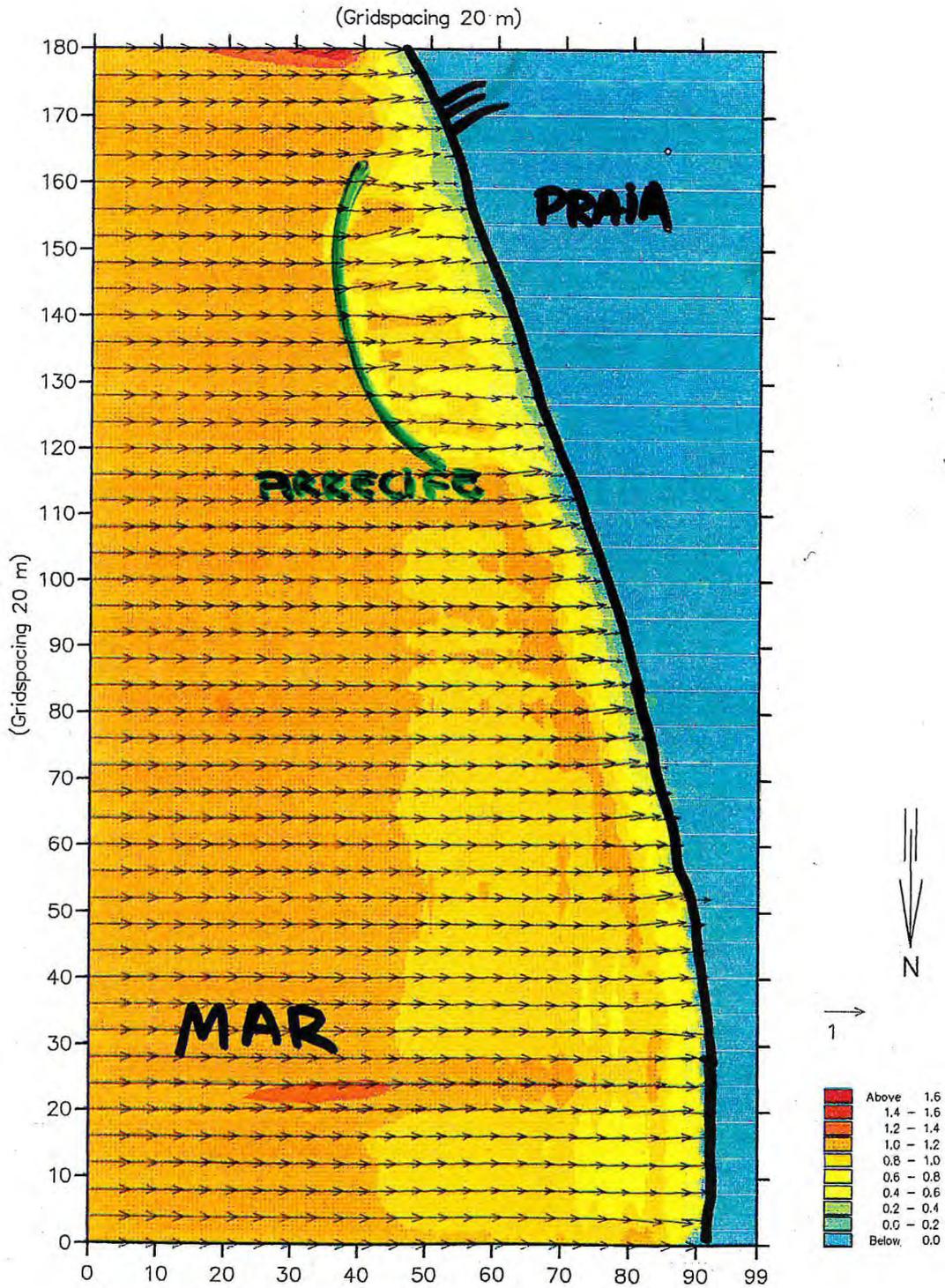


#### 4.7 – Resultado da Modelagem em Simulação Gráfica Computadorizada do Potencial de Dissipação da Energia de Ondas do Mar

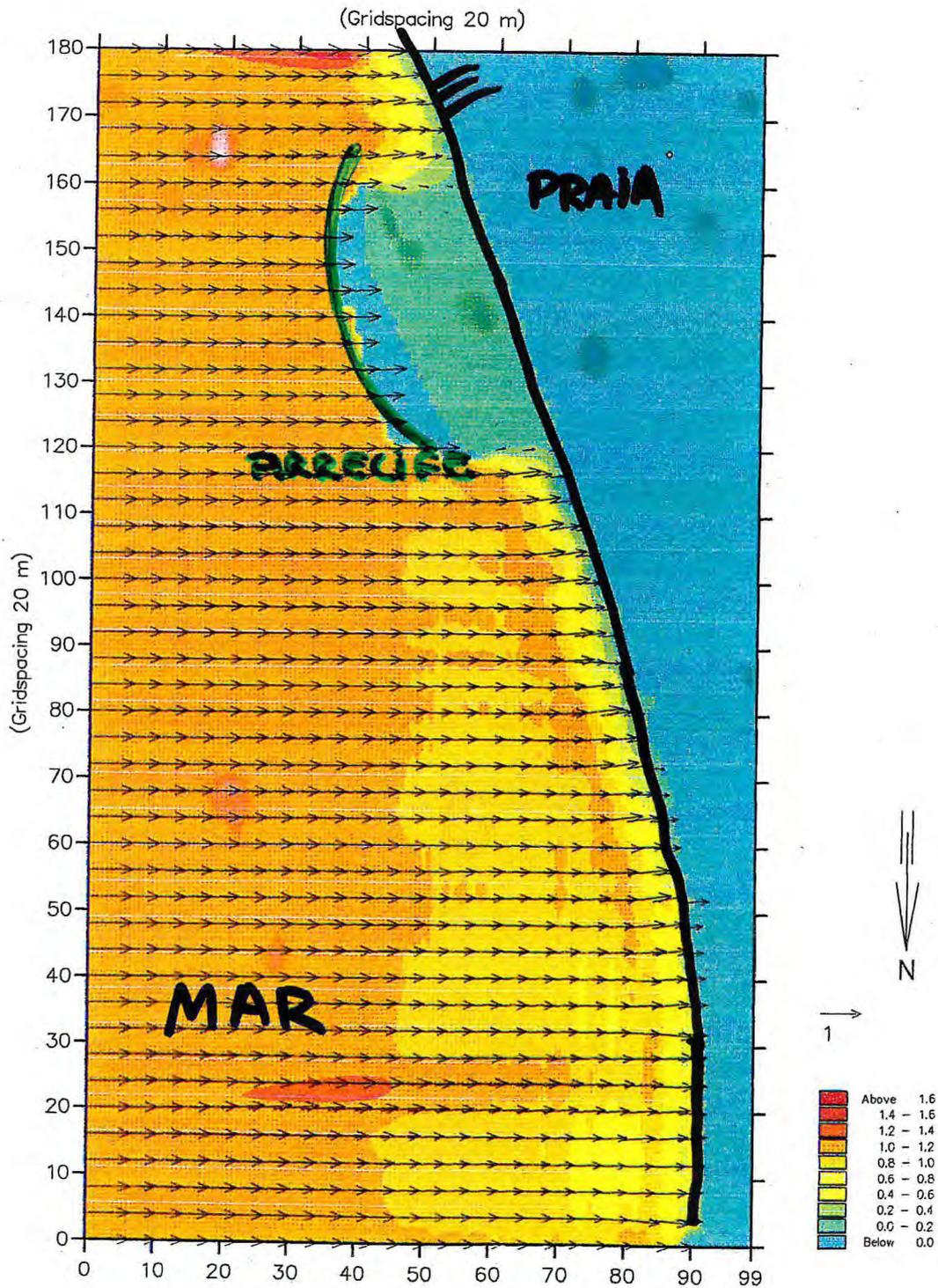
A seguir, temos o resultado gráfica do potencial de dissipação da energia hidráulica das ondas através do arrecife artificial, numa sequência de gráficos que representa o potencial do arrecife sob a influência da variação de maré, a qual possui um padrão médio de variação de 3 metros.

No gráfico a seguir, página 44, temos a influência do arrecife sob as ondas, para a máre alta (+3,0 mts), e observamos um pequeno desvio e diminuição da intensidade da energia das ondas, representada pelas setas. No gráfico da página 45, a influência do arrecife para uma maré intermediária (+1,0 mts), já cria uma “zona de sombra” , porem um fraca intensidade da energia das ondas, ainda atravessa o arrecife. No gráfico da página 46, a influência do arrecife sob o potencial das ondas, é testado para uma máre baixa (0,0 mts), e observa-se que a energia das ondas (setas) é totalmente dissipado, criando a zona de sombra.

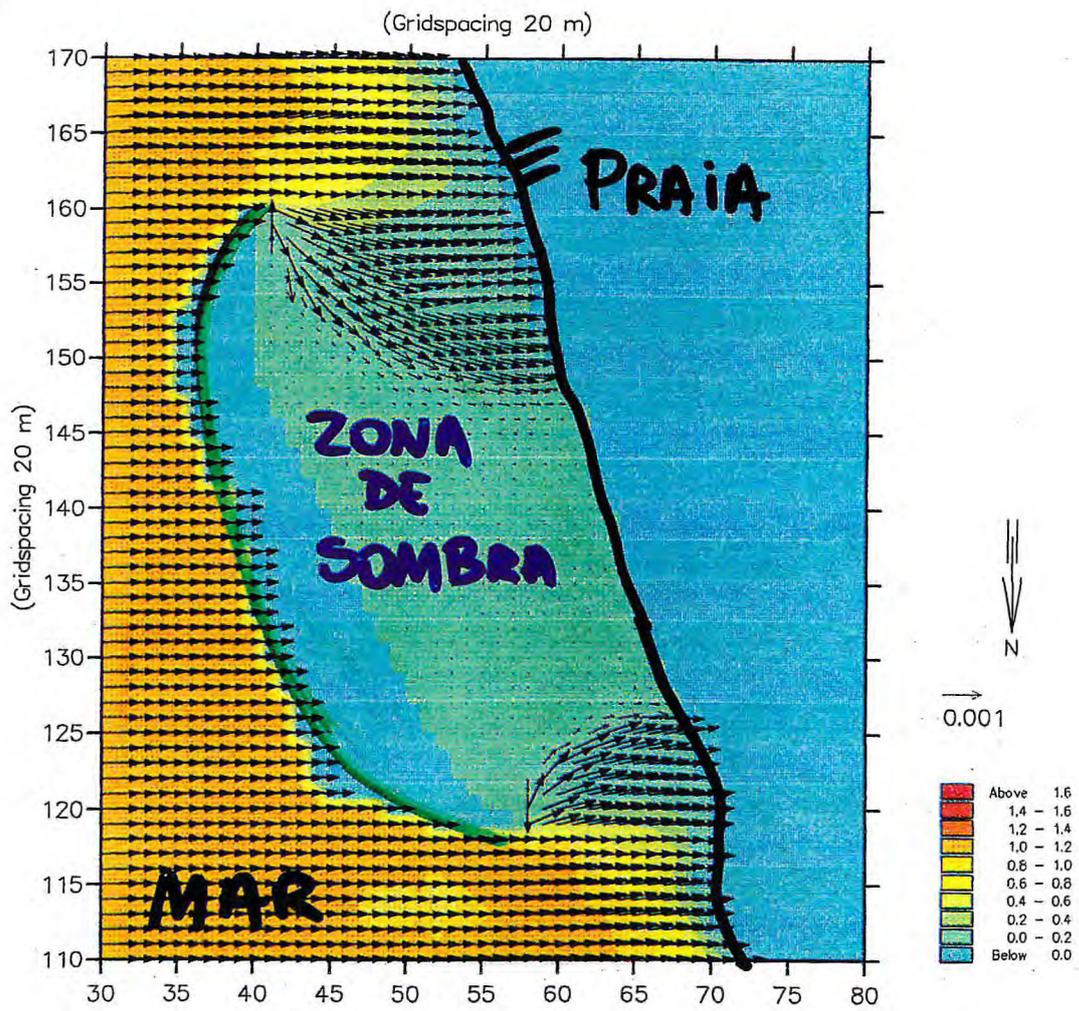
4.7 – Resultado da Modelagem em Simulação Gráfica Computadorizada do Potencial de Dissipação da Energia de Ondas do Mar



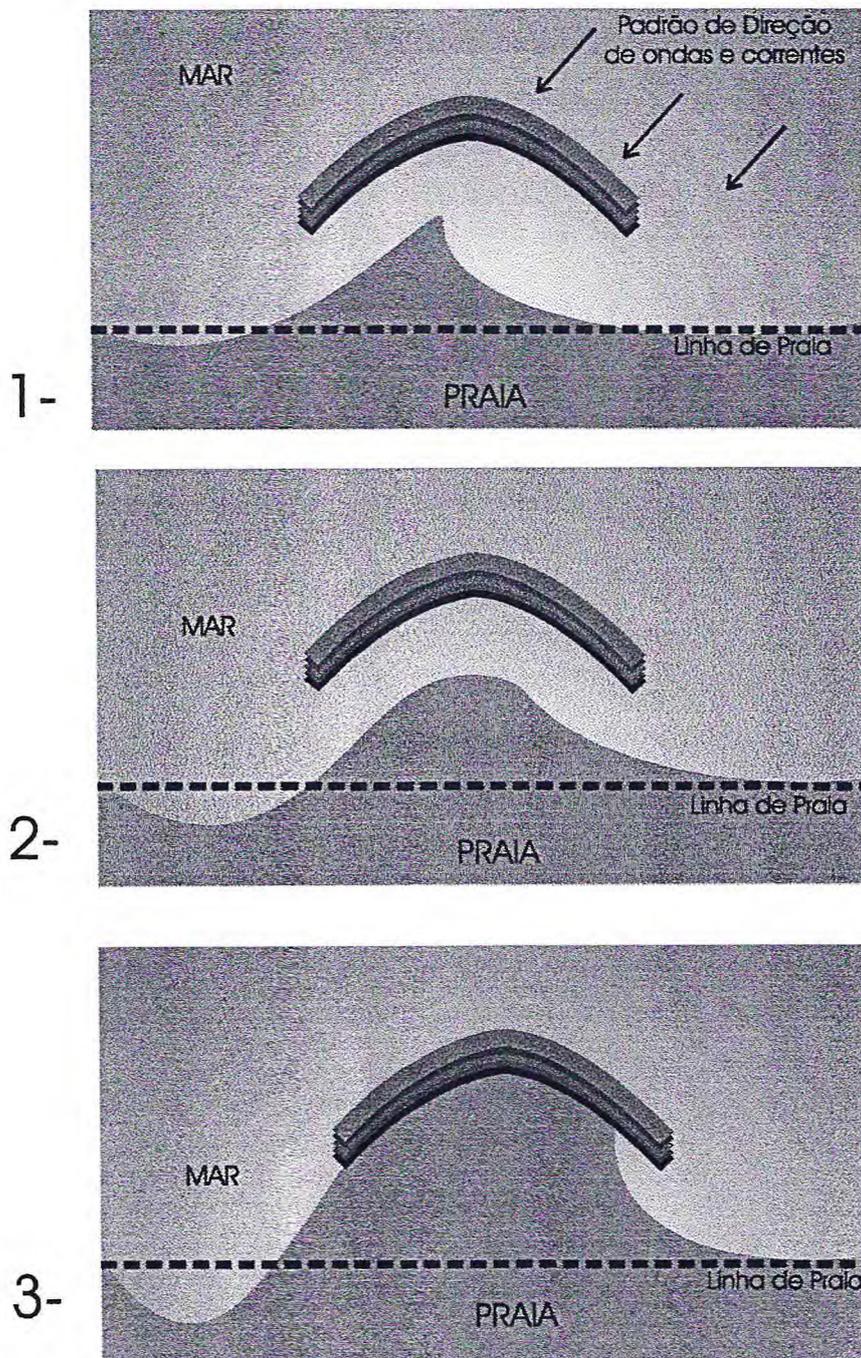
4.7 – Resultado da Modelagem em Simulação Gráfica Computadorizada do Potencial de Dissipação da Energia de Ondas do Mar



4.7 – Resultado da Modelagem em Simulação Gráfica Computadorizada do Potencial de Dissipação da Energia de Ondas do Mar



4.8. – Resultado da Avaliação de Evolução Sedimentar na Configuração da Linha de Praia.



VISTA SUPERIOR

#### 4.8. – Resultado da Avaliação de Evolução Sedimentar na Configuração da Linha de Praia.

Na página anterior, tem-se a avaliação da influência da estrutura proposta sobre a configuração da linha de praia. O quadro 1, representa a influência inicial (no período de um mês), em seguida, o quadro 2, representa a influência para um período de oito meses, e o quadro 3, apresenta a possível configuração da linha de praia após um período de 18 meses. Assim, de acordo com interesses particulares ou governamentais, os resultados podem ser satisfatórios ou não.

## 5 – CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos com a simulação gráfica computadorizada para a estrutura do arrecife artificial proposto, podemos concluir o seguinte:

1. A estrutura proposta do arrecife artificial, possui um potencial de dissipação da energia hidráulica de ondas satisfatório;
2. Não há a passagem de ondas sobre a estrutura, ficando assim, toda a energia das ondas dissipada sobre o arrecife artificial;
3. Há formação de uma “zona de sombra”, ou seja, um local sem a influência das ondas, o que sugere um local seguro para a lazer público, bem como para prática de esportes aquáticos, ou mesmo, para um possível desenvolvimento da aquicultura marinha.;
4. Na avaliação da influência do arrecife artificial na configuração da linha de praia, observamos que há o desencadeamento de um processo erosivo nesta linha, enquanto, um outro processo de construção ocorre em frente ao arrecife. Ambos os processos durante o passar do tempo, podem se intensificar, ou se atenuar em um processo de equilíbrio;
5. Um estudo mais preciso deve ser desenvolvido para caracterizar-se a verdadeira influência da estrutura sob a morfologia de praia arenosa.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MORAIS, J. O. Aspectos de geologia ambiental costeira do município de Fortaleza, Estado do Ceará. Universidade Federal do Ceará, 1980.
- TITUS, J. G. Effects of changes in stratospheric ozone and global Climate: Vol. 1: Overview. Environmental Protection Agency – EPA, 1986.
- PITT, A. Recreational surfing reef committee, 1<sup>ST</sup> International Surfing Reef Symposium. University of Sydney, 1997.
- MAIA, L. P. Procesos costero y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza; Implicaciones para una gestión adecuada da zona litoral. Tesis Doctoral- Universitat de Barcelona. 240 p. , 1998.
- ELLIOTT, T. Siliciclastic shorelines, Chapter 9, 127 p., Spec. Publ. Soc. Econ. Paleont. Miner. Tulsa, 1985.

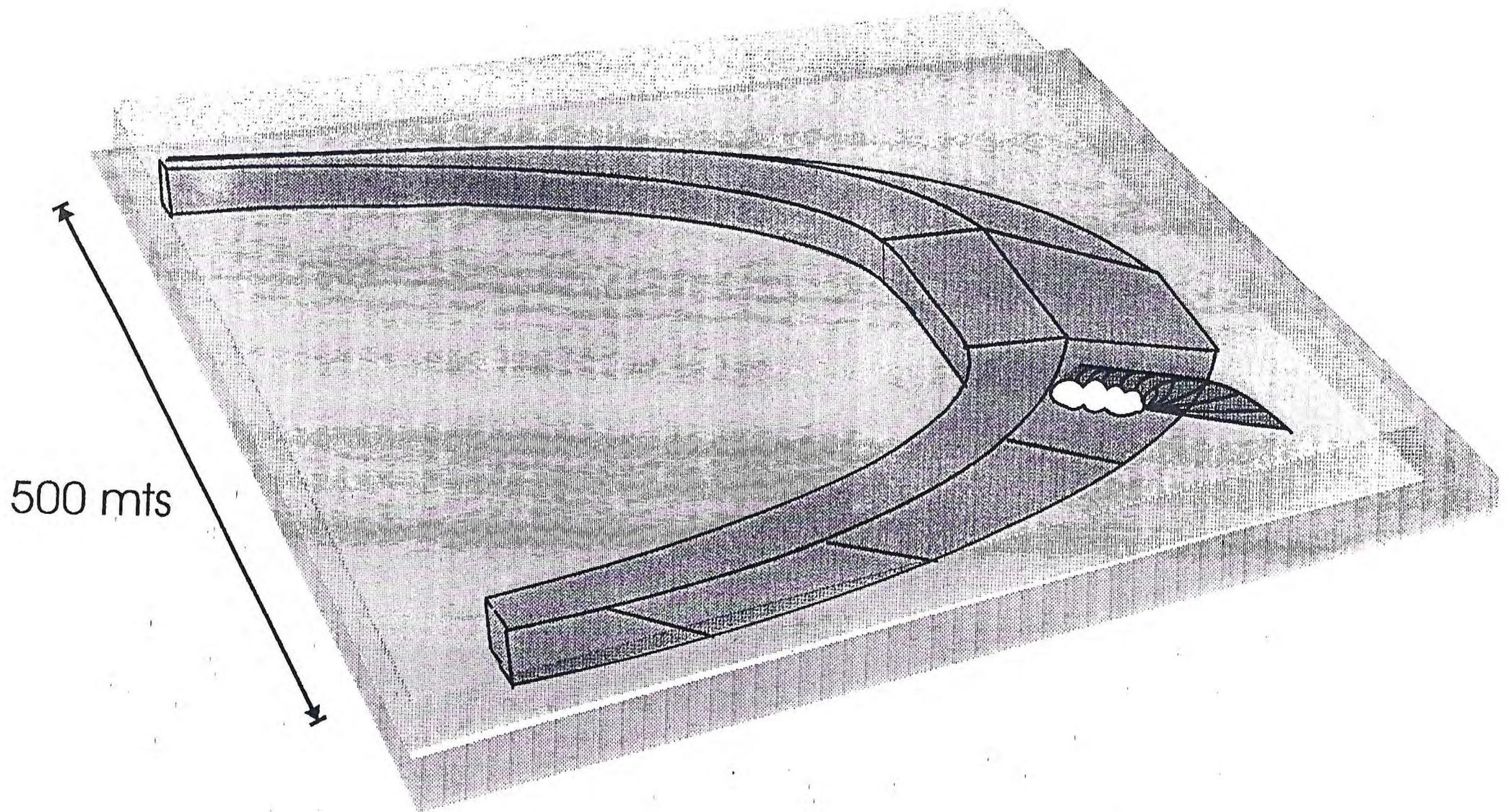


Figura 1- Desing do arrecife artificial proposto.

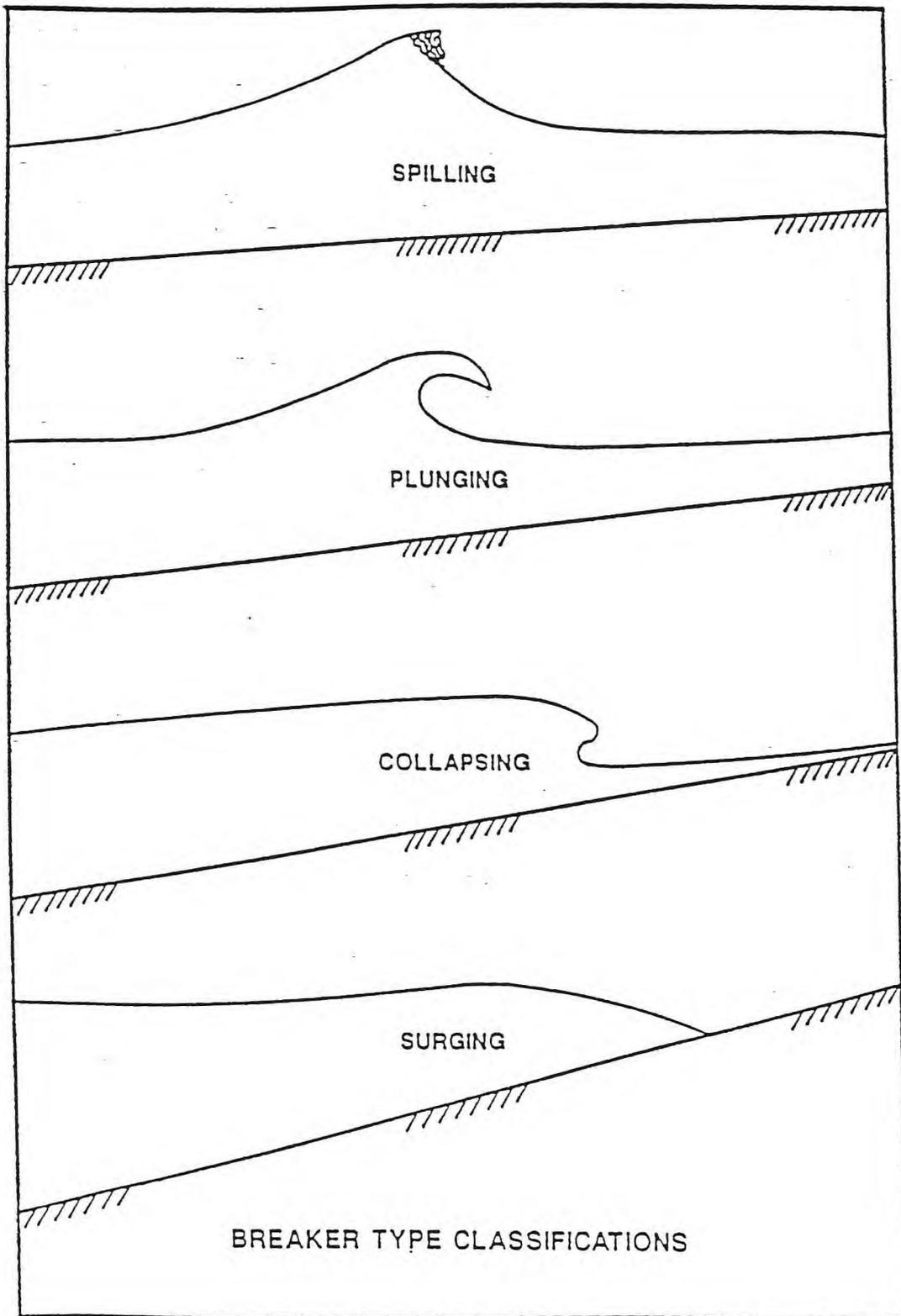
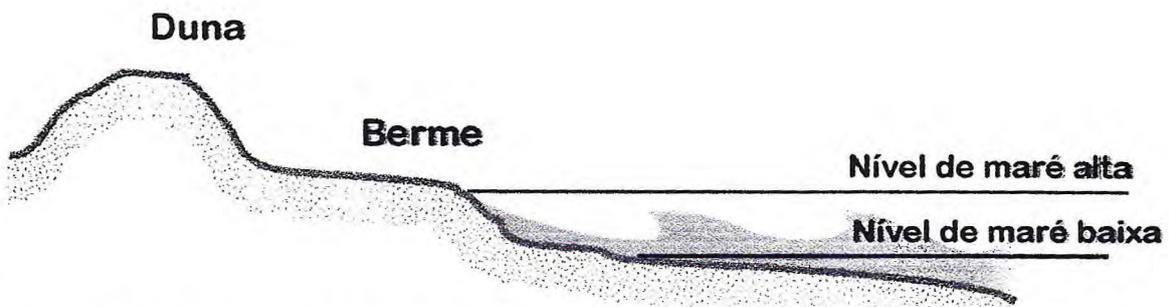
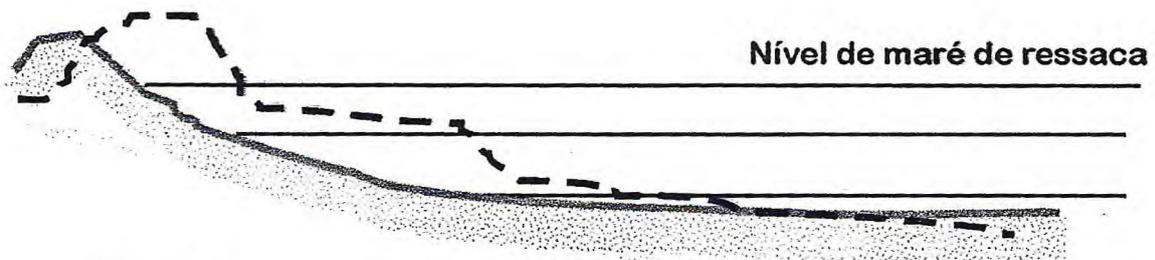


Figura 8- Ilustração de perfis de praia, com ênfase para a inclinação do fundo e o tipo de onda que estes proporcionam.

## "Equilíbrio Dinâmico"



**Perfil de praia arenosa sob condições normais**

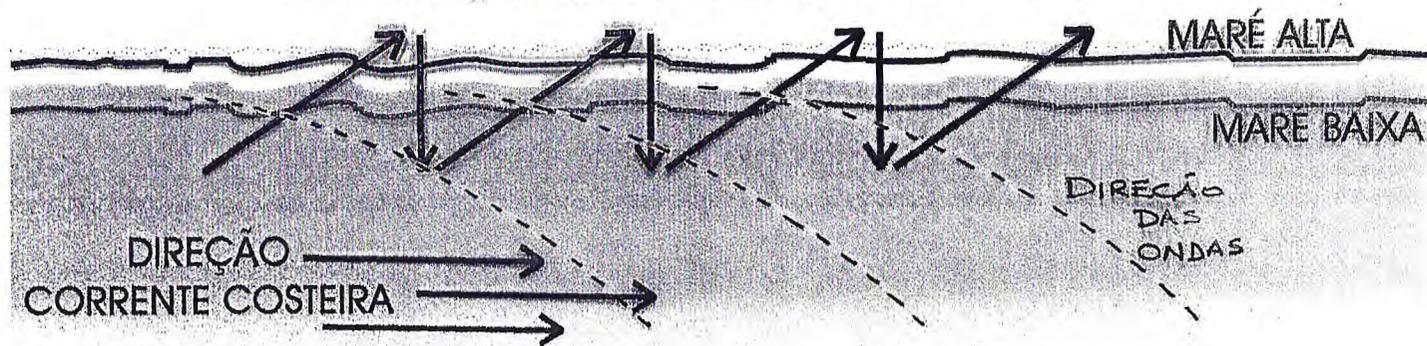


**Perfil de praia arenosa após erosão natural causada por tempestades ou marés de ressaca.**

Figura 2- Ilustração da configuração do perfil de praia arenosa sob condições normais (construção) e após um processo erosivo por ação das ondas (destruição).

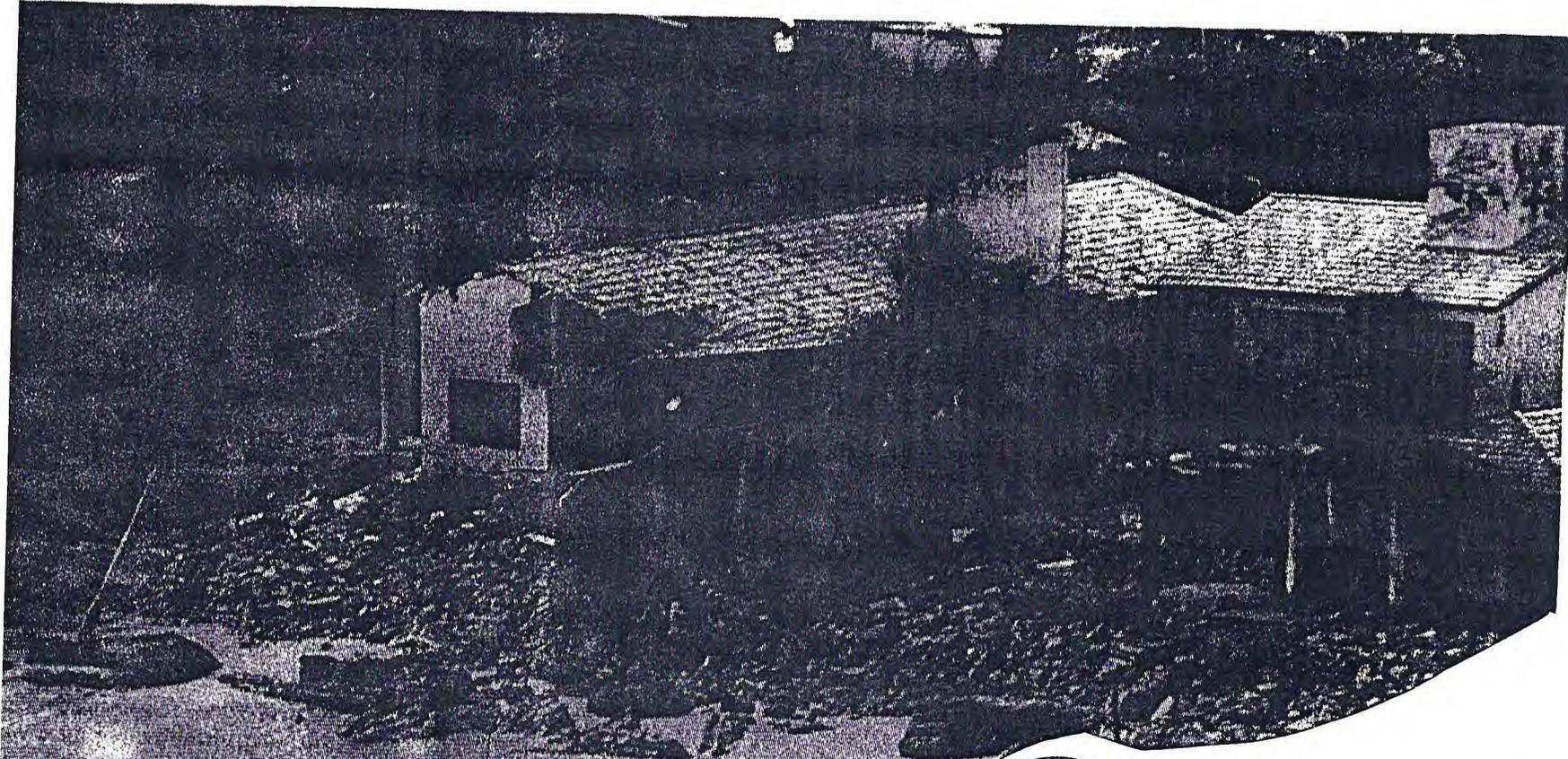
# DINÂMICA COSTEIRA

MOVIMENTO ZIG-ZAG DAS  
PARTÍCULAS DE AREIA EM FUNÇÃO  
DAS VARIAÇÕES DE MARÉ E AÇÃO DAS ONDAS



VENTO + MARÉ + CORRENTE + ONDAS

Figura 3- Ilustração do movimento padrão das partículas de areia em função da dinâmica costeira, ou seja, a ação das variações de maré, ondas, correntes e ventos.



JARIBAS OLIVEIRA

## RESSACA

### Construções irregulares agravam problemas

A ressaca do mar continua deixando um rastro de destruição na orla cearense. Segundo a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace), construções inadequadas na orla são as principais responsáveis pelos transtornos gerados com a maré alta. Ontem, **O POVO**, o superintendente da Semace, Renato Aragão e o consultor de dinâmica costeira do órgão, Erasmo Pitombeira, sobrevoaram o litoral cearense, constatando os efeitos das ondas sobre a costa ■ 3A

# O POVO

Fortaleza-CE, quarta-feira, 27 de outubro de 1999 ANO LXXII Nº 24.545 R\$ 1,00

Transtorno de destruição na orla cearense provocado pela maré alta: segundo a Semace as construções inadequadas ao longo do litoral agravam os transtornos

Figura 4- Capa do Jornal "O Povo", consequências do excessivo processo de erosão da linha de praia

■ **Faixa Litorânea:** Cé parcialmente nublado pela madrugada e frio início da manhã com possibilidade de chuva rápida, passando a claro no decorrer do dia.  
 ■ **Serra da Ibiapaba:** Cé parcialmente nublado a claro.  
 ■ **Sertão Central e Irmãos:** Parcialmente nublado a claro.  
 ■ **Região Jaguaribá:** Parcialmente nublado a claro.  
 ■ **Região do Cariri:** Parcialmente nublado com chuva em alguns municípios.



Fonte: Funceme

**Maré\***  
 00h08min -0,1  
 06h19min -3,1  
 12h26min -0,0  
 18h38min 3,1  
 \*Fonte: DNH - Marina

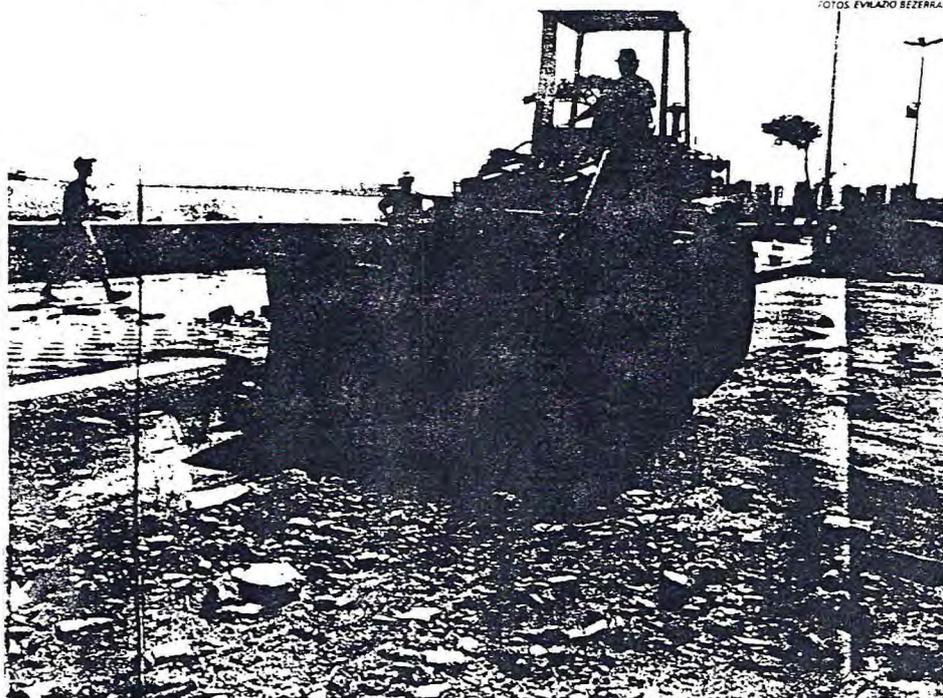
☾ Cheia 23/11  
 ☽ Ming. 31/10  
 ● Nova 8/11  
 ☾ Cresc. 16/11

# idades

E-mail: cidades@opovo.com.br

## NATUREZA

# Maré pode causar mais prejuízos hoje



FOTOS: EVILADO BEZERRA

**A ressaca do mar provocou ontem muitos estragos. À noite, na orla, carros atolados formavam um cenário de caos**

A ressaca do mar em pleno mês de outubro pegou muita gente de surpresa nas praias de Fortaleza. De acordo com o Serviço Meteorológico Marinho da Diretoria de Hidrografia da Navegação (DHN), da Marinha, o fenômeno deve-se à lua cheia (maré de Siviglia) associada à alta pressão do Atlântico Norte, que afeta o Nordeste do País, provocando as ondas altas.

Segundo a Defesa Civil do Estado, 11 famílias ficaram desabrigadas na praia dos Arpoadores, no Pirambu. Os desabrigados estão nas casas de parentes e amigos, diz Ademazinho Ponte, da Defesa Civil. Pode haver mais prejuízos hoje, considerando que não deve haver alterações na altura da maré.

De acordo com a DHN, a maré que ontem chegou a 3,1 metros, só deve baixar no dia 26. Hoje, a maré deve chegar a 3,1 metros às 6h19min e às 18h38min. Já as ondas altas, que ontem chegavam a 2,5 metros, só devem começar bai-

xar no dia 27. Segundo o órgão, na próxima lua cheia, no dia 23 de novembro, a maré voltará a subir.

Na praia de Iracema, o mar arremessou no calçadão e no outro lado da via bancos de concreto, pedras do paredão e muita areia. Moradores do bairro dizem que nunca viram ressaca tão forte. "A Prefeitura deveria ter tomado medidas preventivas para evitar os estragos", diz Portela Filho.

No trecho mais crítico, na avenida Historiador Raimundo Girão, entre a rua Idelfonso Albano e avenida Rui Barbosa, vários carros ficaram atolados à noite e só foram resgatados, com dificuldade, pelo Corpo de Bombeiros. Motoristas e moradores estavam revoltados. "Desde o início da tarde a situação estava assim e a Ettusa não apareceu nem para desviar o trânsito", reclama Daniele Barreira. No restaurante Estoril, até o meio-dia de ontem, oito homens tentavam retirar a areia de dentro do prédio. O mar quebrou várias mesas e estragou uma geladeira.

No Pecém, em São Gonçalo do Amarante (a 55 km de Fortaleza), o mar derrubou as barracas "Do Galeguinho" e "Amigão", além de ter danificado cerca de dez casas de veraneio.

CARLOS CAVALCANTI

■ Uma pá mecânica foi destacada pela Emlurb para limpar a Beira Mar: efeito da ressaca do mar surpreendeu funcionários da Emlurb

## Garis trabalham com fome



■ Empregados da Emlurb: pedras pesavam até 100 quilos

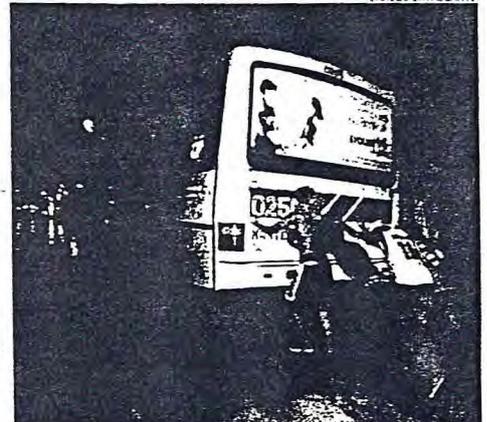
Para a equipe de limpeza da Emlurb, a ressaca foi uma surpresa. "Normalmente trabalhamos com equipes extras em novembro e dezembro. Nunca vimos uma ressaca deste jeito nesta época do ano", disse o assessor da presidência da Emlurb, Roberto Rodrigues.

Por conta das pedras no meio da pista, na praia de Iracema, a equipe de garis teve de passar de 25 homens para 60. Uma pá mecânica também ajudou nos trabalhos. Para os garis, que recebem um salário mínimo, a reclamação foi a mesma: nin-

guém tinha tomado café da manhã antes de carregar pedras pesadas até 100 quilos de peso.

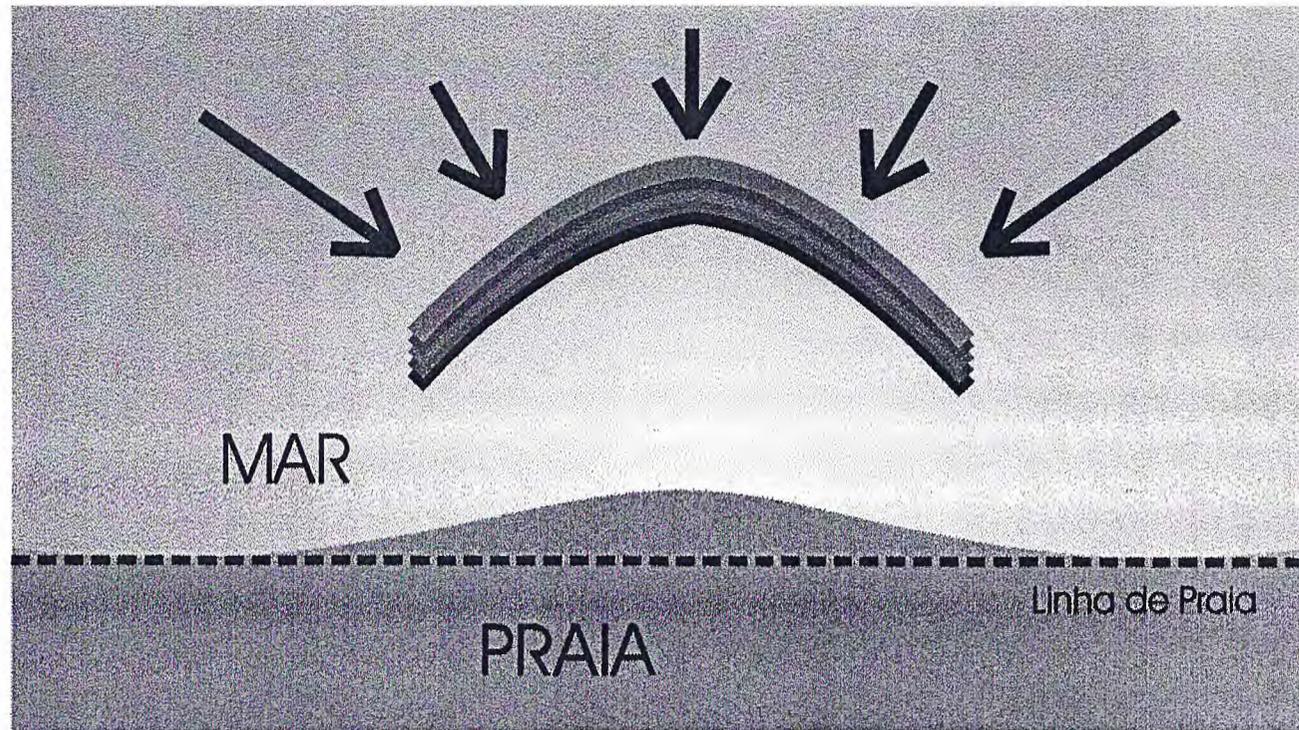
"Para comer alguma coisa, a gente tem que pedir", disse Francisco José de Oliveira, enquanto levantava com um colega um banco de concreto arremessado no meio da pista.

O pessoal da limpeza também teve de ajudar o motorista do ônibus Antônio Bezerra/Papicu. O veículo atolou por volta das 10h20min, na areia acumulada próximo ao cruzamento da avenida Historiador Raimundo Girão com Idelfonso Albano.



■ Ônibus atolado em plena avenida: problemas podem se repetir

Figura 5- Encarte do Jornal "O Povo", a erosão e o comprometimento da segurança pública.

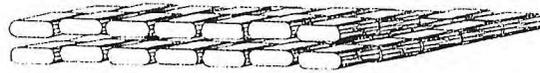


VISTA SUPERIOR

Figura 6- Visualização do arrecife artificial e seu potencial de recepção de ondas de todas as direções.

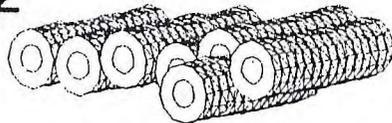
### Camada 3

SACOS DE AREIA



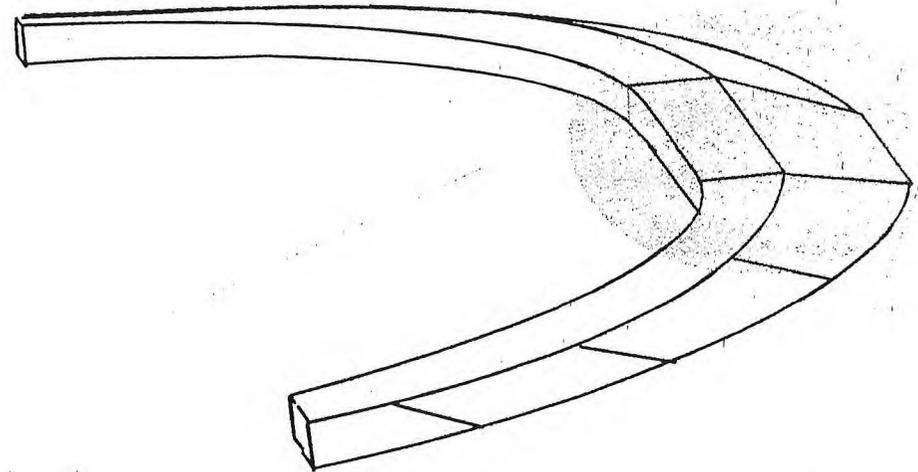
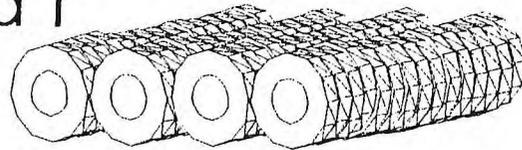
### Camada 2

PNEUS DE MENOR DIÂMETRO  
(APROXIMADAMENTE 70CM)



### Camada 1

PNEUS MAIORES  
(APROXIMADAMENTE 1.5M)



Camada 3

Camada 2

Camada 1

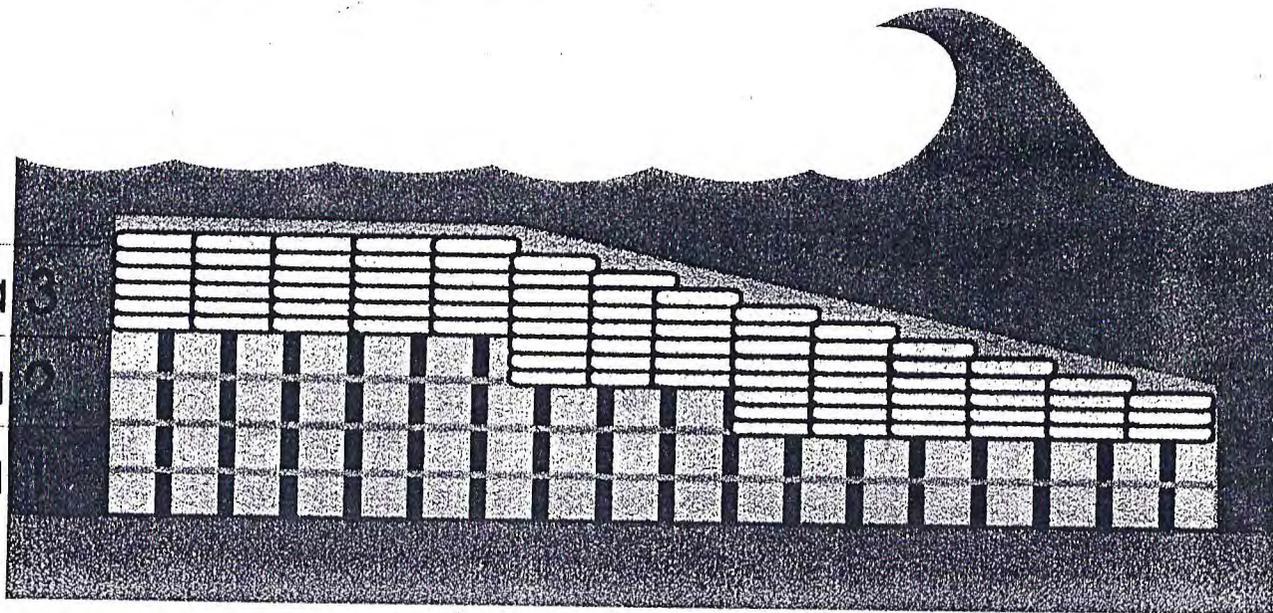


Figura 7- Vista lateral do arrecife artificial e sua estrutura.

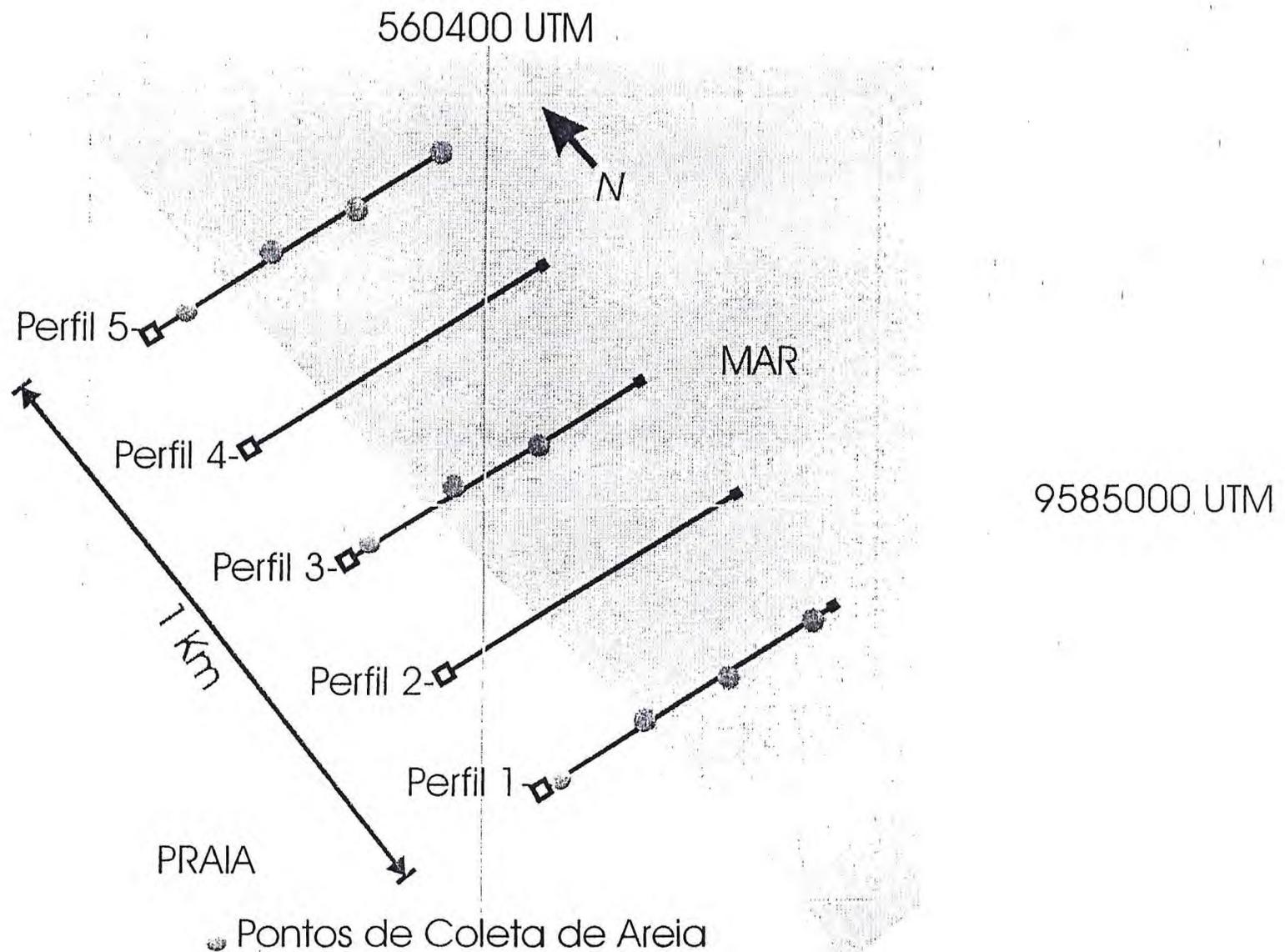


Figura 9- Mapa de Visualização dos perfis das medições topográficas e pontos de coleta de amostra de areia.

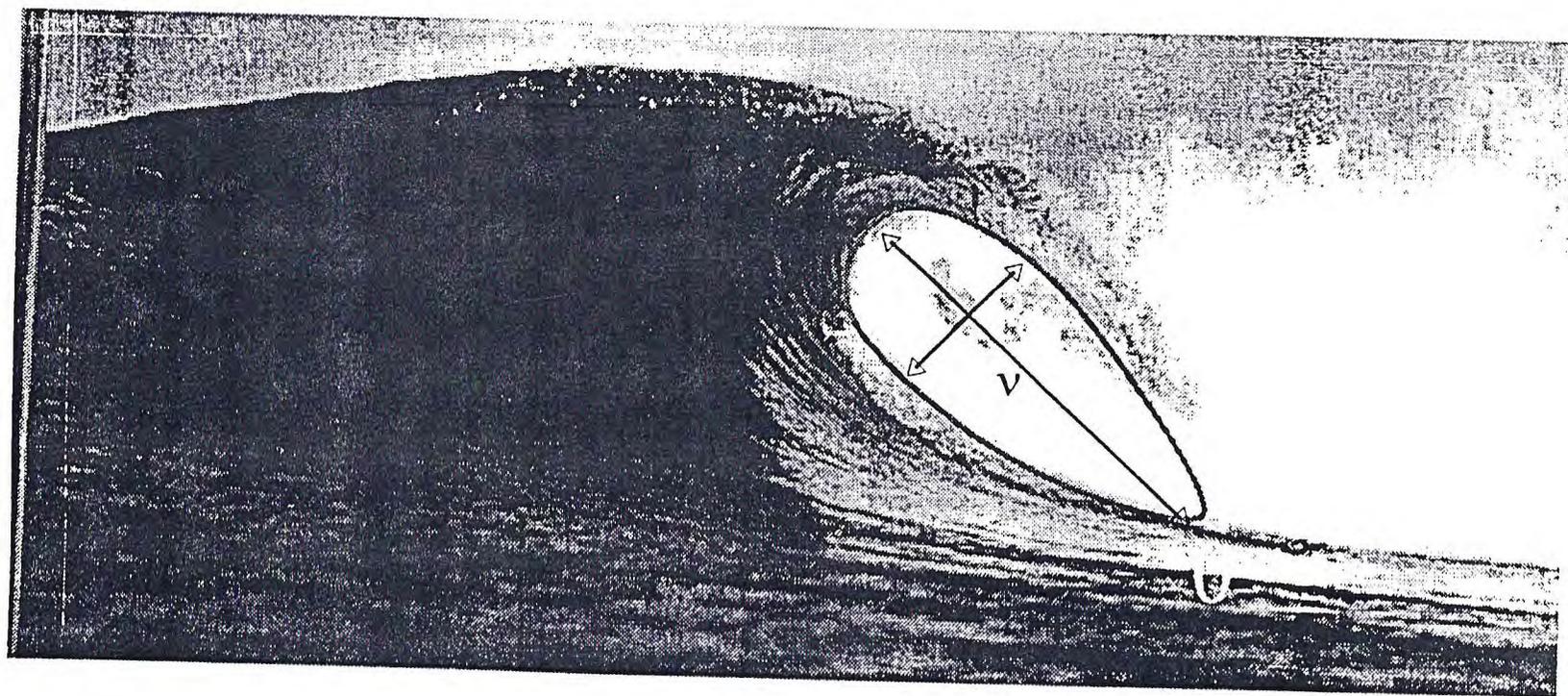


Figura 10- Ilustração de uma onda do tipo tubular

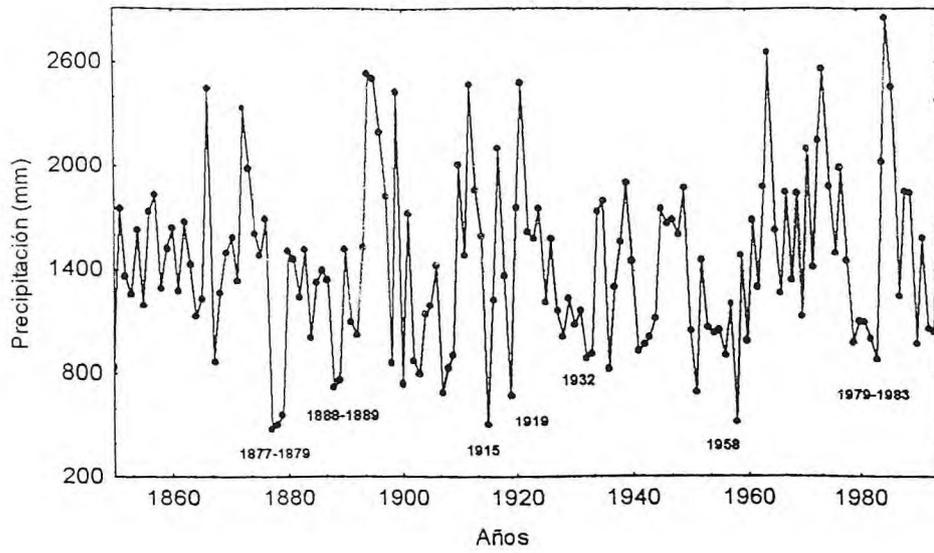


Figura 12 – Distribuição de precipitação acumulada para o período de 1849 a 1994, com indicação dos anos de maiores secas.

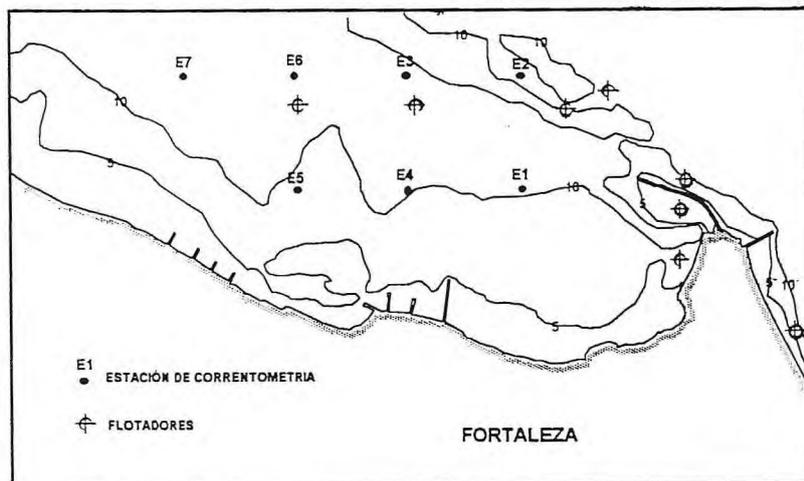


Figura 16 – Localização das estações de medição das correntes costeiras.

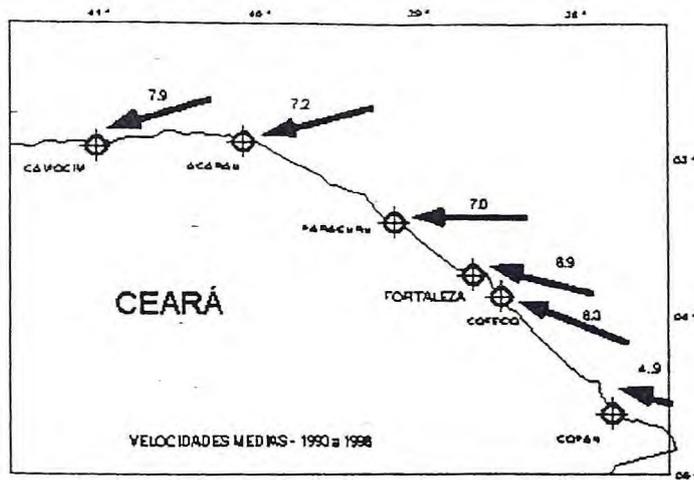


Figura 17 – Mapa de localização dos pontos de observação da velocidade do vento. Os vetores correspondem a direção principal do vento, e os números da velocidade média (m/s) para o período 1993 – 1996.

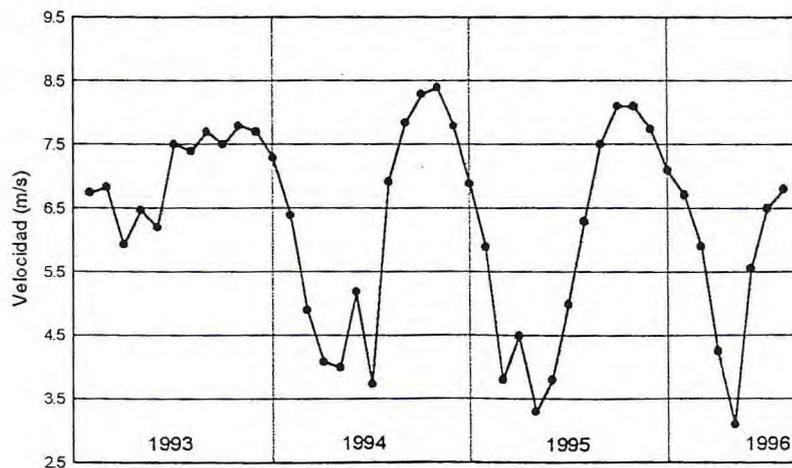


Figura 18 – Variação anual da velocidade média do vento para a estação meteorológica situada na praia do futuro.

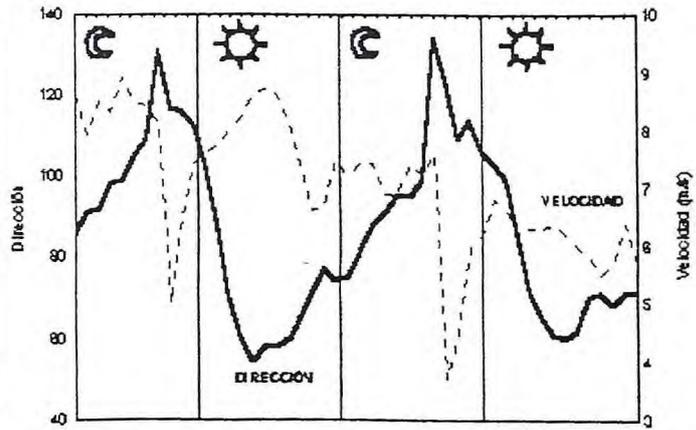
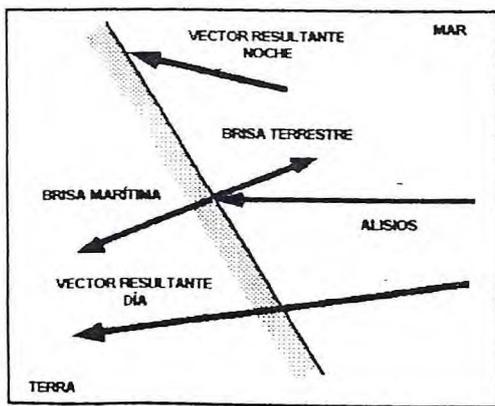


Figura 19- (a) Relação entre os diferentes vetores de velocidade que compõem o sistema de ventos da circulação local. (b) Distribuição dos valores de velocidade e direção do vento ao longo de dois dias.

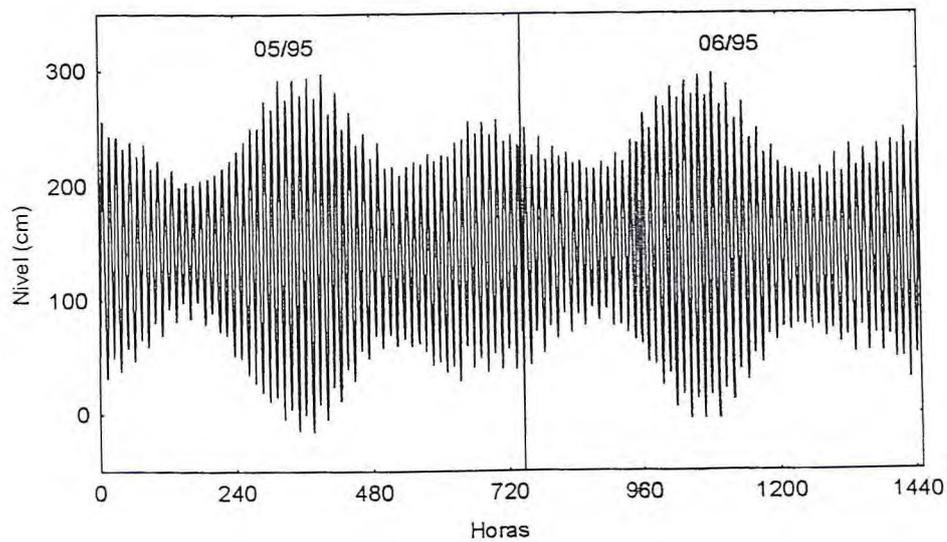


Figura 20 – Série do nível de maré registrado no porto do Mucuripe referente ao período de maio a junho de 1995.

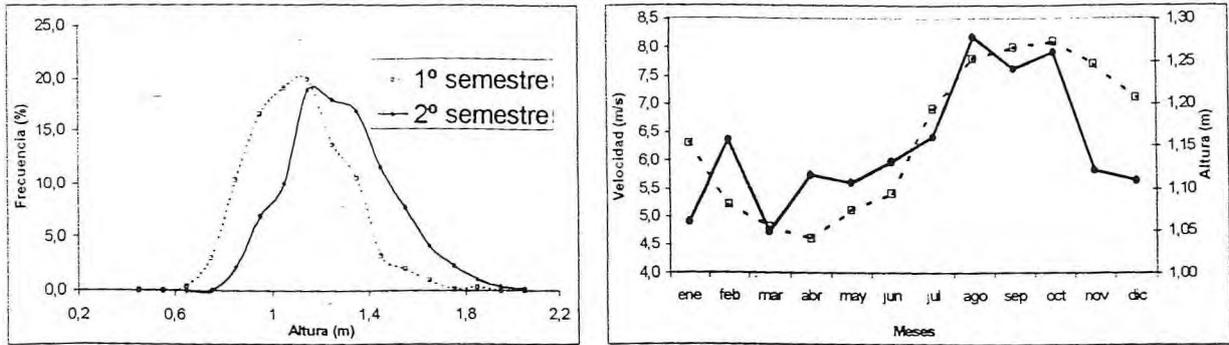


Figura 21- Curvas de frequência divididas por semestres (a) e comparação entre velocidade média mensal do vento e altura significativa das ondas (b).

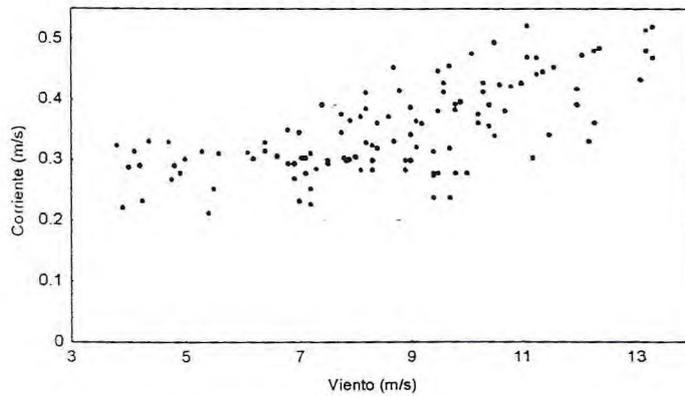


Figura 22 – Relação entre as velocidades do vento e da corrente superficial para o período de estiagem.

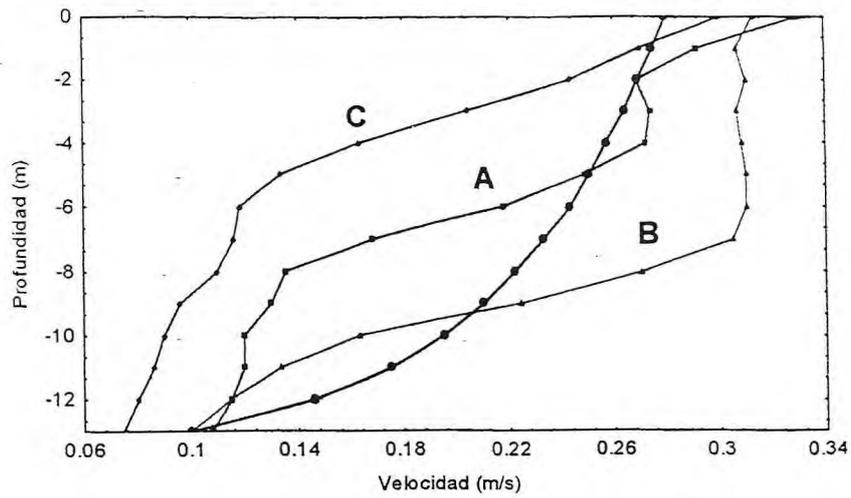


Figura 23 – Perfis verticais de velocidade extraídos de uma sequência de marés variantes (A, B e C) e representação de uma curva logarítmica.

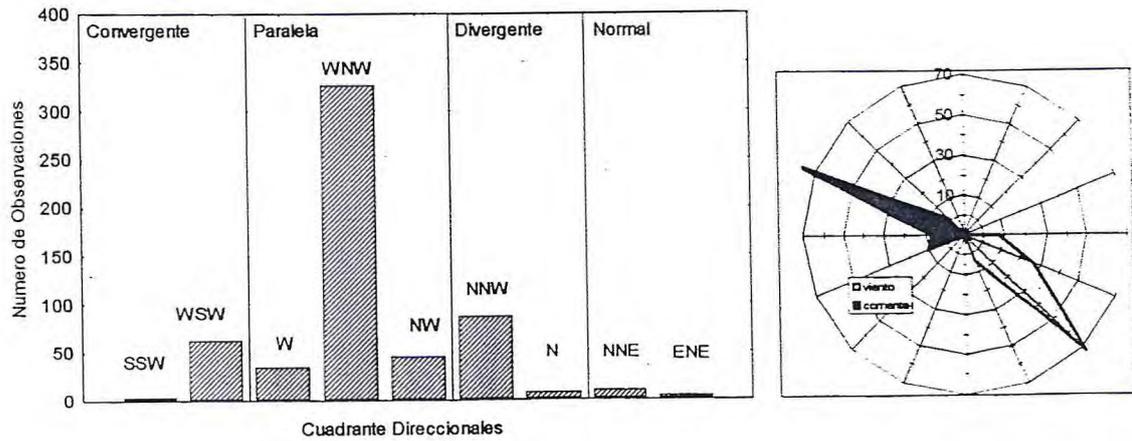


Figura 24 – (a) Histograma de distribuição das direções da corrente por quadrantes. (b) Rosa representando a relação entre as direções das correntes (que vão) e dos ventos (que vem).

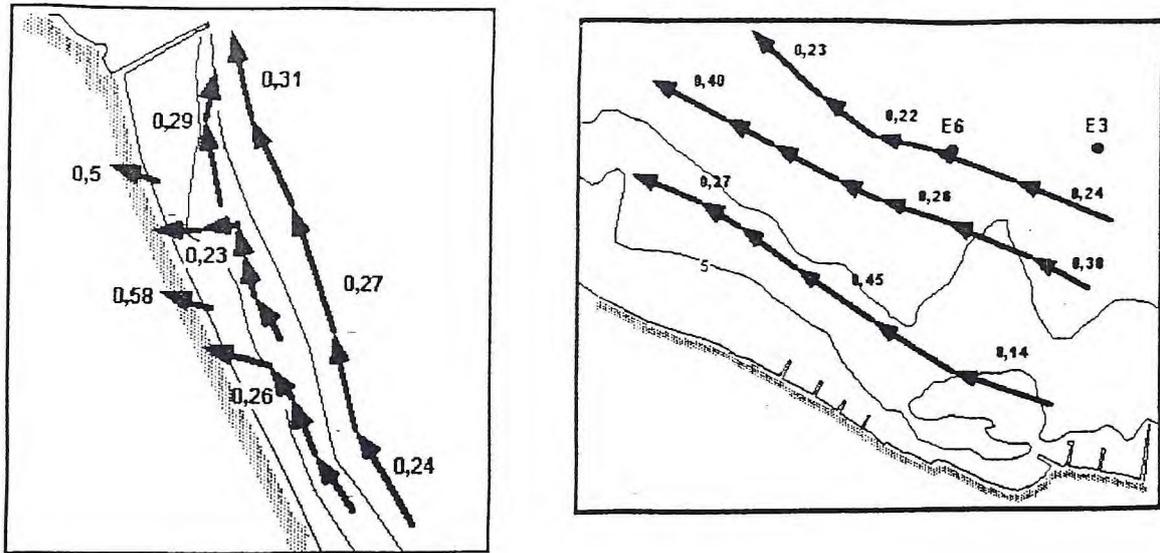


Figura 25 – Padrão de circulação das correntes superficiais com indicação dos valores de velocidade (m/s); (a) águas acima e (b) águas abaixo do porto do Mucurípe.

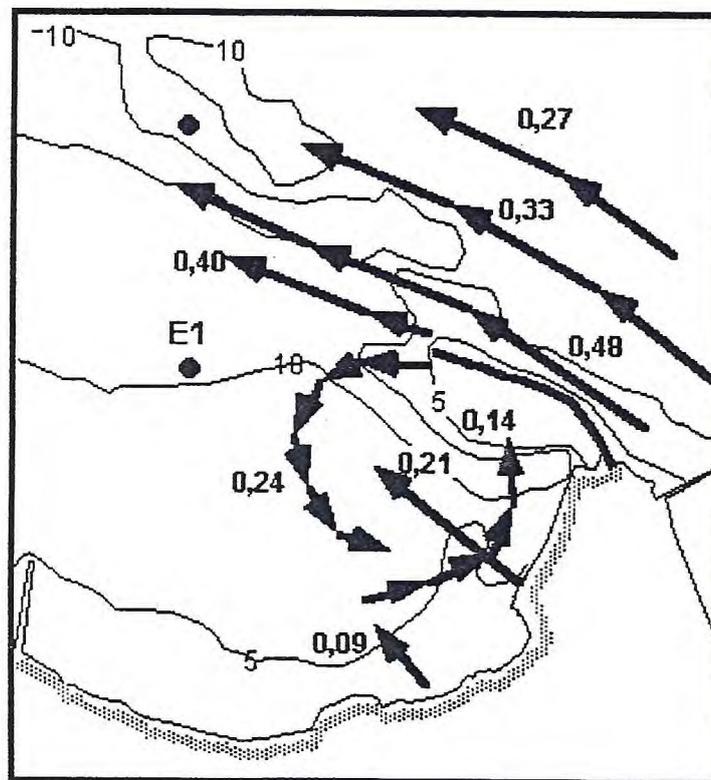


Figura 26 – Trajetória das correntes superficiais no porto do Mucurípe.