

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA

PABLO MERLO PRATA

**VARIAÇÃO TEXTURAL DOS SEDIMENTOS
DA PRAIA DE CAMBURI, VITÓRIA – ES
APÓS O ENGORDAMENTO ARTIFICIAL**

VITÓRIA
2005

PABLO MERLO PRATA

**VARIAÇÃO TEXTURAL DOS SEDIMENTOS
DA PRAIA DE CAMBURI, VITÓRIA – ES
APÓS O ENGORDAMENTO ARTIFICIAL**

Monografia de conclusão de curso,
apresentada ao Departamento de
Ecologia e Recursos Naturais da
Universidade Federal do Espírito Santo,
como requisito parcial para obtenção de
graduação em Oceanografia.
Orientadora: Prof^a Dr^a Jacqueline Albino

VITÓRIA
2005

PABLO MERLO PRATA

**VARIAÇÃO TEXTURAL DOS SEDIMENTOS
DA PRAIA DE CAMBURI, VITÓRIA – ES
APÓS O ENGORDAMENTO ARTIFICIAL**

COMISSÃO EXAMINADORA

**Profª. Dra. Jacqueline Albino
ORIENTADORA – UFES/DERN**

**Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos
EXAMINADOR INTERNO – UFES/DERN**

**Prof. Dr. Arno Maschmann de Oliveira
EXAMINADOR EXTERNO – UFES/DEA**

Vitória, _____ de _____ de 2005

*Dedico essa obra à minha mãe,
Nilza, por sua dedicação e
confiança aplicada em mim no
decorrer da minha trajetória
acadêmica.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Prof^a. Dra. Jacqueline Albino, por acolher-me em sua equipe de estudo, oportunidade impar, na qual pude desenvolver esta obra sob a sua orientação.

Também agradeço Gabryella pela paciência e ajuda no tratamento dos dados desta monografia, os meus amigos Rafael e Renato pelo auxílio nas coletas de campo, além Alexandre e Christian meus parceiros de laboratório.

Agradeço a todos aqueles não citados aqui, mais que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Mapa do Estado do Espírito Santo geograficamente referenciado (acima, esquerda). Quadricula representando uma porção do mapa com as suas respectivas coordenadas geográficas (abaixo, esquerda). Imagem do satélite Landsat relativa a quadricula abrangendo a área de estudo, a seta indica a localização da Praia de Camburi. Adaptado de Embrapa (1998).....	14
Figura 2.2 – Mapa faciológico da Baía do Espírito Santo. FONTE: (ALBINO <i>et al.</i> , 2001 adaptado de LARSONNER, 1977).....	15
Figura 2.3 – Regime dos ventos no litoral capixaba em condições normais. FONTE: MARTIN <i>et al.</i> (1996).....	16
Figura 2.4 – Distribuição das freqüências das alturas de ondas significativas nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória (acima). Distribuição das freqüências dos períodos nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, ES (abaixo). FONTE: Adaptado de ALBINO (1999).....	17
Figura 2.5 – A Praia de Camburi, e a jazida de onde foi retirado o material sedimentar para o engordamento, Vitória - ES. Adaptado de ALBINO & OLIVEIRA (2000).....	19
Figura 3.1 – Limites de um perfil praial, segundo DAVIS (1995), adaptado por Albino (1999).....	23
Figura 3.2 – A célula de circulação costeira. FONTE: MUEHE (2001).....	26
Figura 3.3 – Diagrama de dois espigões de praia. O sedimento depositado constrói uma praia larga na região adjacente ao espigão receptora da corrente longitudinal, e na região adjacente do espigão protegida da corrente há uma erosão. Adaptado de KELLER (1992).....	30
Figura 3.4 – Típico problema de erosão devido à construção de estruturas. Adaptado de GRAAFF <i>et al.</i> (1991).....	31
Figura 3.5 – Precauções a serem tomadas em uma operação de terraplanagem de praia. Adaptado de CRC (Coastal Resources Commission)/CAMA (Coastal Area Management Act), 2002.....	32
Figura 3.6 – Uso de espigões para auxiliar projetos de engordamento de praia. Adaptado de GRAVENS <i>et al.</i> (2001).....	33
Figura 4.1 – A Praia de Camburi e suas estações praiais.....	39
Figura 5.1 – Comparação das percentagens das classes granulométricas ao longo das campanhas realizadas.....	49
Figura 5.2 – Comparação setorial das percentagens das frações granulométricas ao longo das campanhas realizadas.....	51

Figura 5.3 – Mudança no volume de areia da Praia de Camburi e de seus setores.....	52
Figura 5.4 – Variação espaço-temporal das classes granulométricas em porcentagem. As feições praias berma (B), face superior (F) e máximo recuo (M) encontram-se no eixo vertical. O eixo horizontal inferior de cada mapa representa a distância ao longo da praia. E1 representa a posição primeiro espigão (marco inicial), E2 representa a posição do segundo espigão e E3 do terceiro espigão. O teor percentual de cada fração está representada na paleta de cores.....	54
Figura 5.5 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em outubro de 2000, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).....	57
Figura 5.6 – Características das areias da Praia de Camburi em outubro de 2000. B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.....	57
Figura 5.7 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em outubro de 2001, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).....	59
Figura 5.8 – Características das areias da Praia de Camburi em outubro de 2001. B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.....	59
Figura 5.9 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em agosto de 2003, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).....	61
Figura 5.10 – Características das areias da Praia de Camburi em agosto de 2003. B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 - AS PROVÁVEIS CAUSAS DA EROÇÃO NA PRAIA DE CAMBURI, VITÓRIA - ES E AS MODIFICAÇÕES DESENCADEADAS SOBRE OS PROCESSOS COSTEIROS.....	22
TABELA 4.1 – REFERÊNCIAS GEOGRÁFICAS SOBRE AS ESTAÇÕES PRAIAIS AMOSTRADAS.....	38
TABELA 4.2 – PERCENTIS E SEUS RESPECTIVOS VALORES EM PHI.....	41
TABELA 4.3 – INTERVALOS DE CLASSES ESTABELECIDOS POR WENTWORTH (1922).....	42
TABELA 4.4 – CLASSIFICAÇÃO ASSIMÉTRICA SEGUNDO FOLK (1968).....	44
TABELA 4.5 – CLASSIFICAÇÃO DO SELECIONAMENTO SEGUNDO FOLK (1968).....	45
TABELA 5.1 – VOLUME DE AREIA CALCULADO PARA AS CONDIÇÕES DA PRAIA EM 1998.....	51
TABELA 5.2 – VOLUME DE AREIA APÓS ENGORDAMENTO ARTIFICIAL (AGOSTO 1999).....	51
TABELA 5.3 – VOLUME DE AREIA CALCULADO PARA AS CONDIÇÕES DA PRAIA EM 2003.....	51
TABELA 5.4 – VARIAÇÃO DO VOLUME DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS NO SETOR I.....	52
TABELA 5.5 – VARIAÇÃO DO VOLUME DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS NO SETOR II.....	52

SUMÁRIO

I – INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Apresentação.....	11
1.2 Objetivo Geral.....	12
1.3 Objetivos Específicos.....	12
II – ÁREA DE ESTUDO.....	14
2.1 Localização e geomorfologia.....	14
2.2 Aspectos climáticos.....	16
2.3 Aspectos oceanográficos.....	17
2.3.1 Ondas.....	17
2.3.2 Maré.....	18
2.4 Uso e ocupação.....	18
III – O SISTEMA PRAIAL, SEUS SEDIMENTOS, A EROSÃO, E AS INTERVENÇÕES.....	23
3.1 O sistema praial.....	23
3.2 Origem, composição, granulometria e distribuição dos sedimentos praiais.....	24
3.3 Erosão praial.....	28
3.4 Intervenções.....	28
3.4.1 As não-estruturais.....	29
3.4.2 Estruturas duras (<i>hard structures</i>).....	29
3.4.3 Estruturas macias (<i>soft structures</i>).....	31
3.4.3.1 Engordamento artificial de praia (<i>beach nourishment</i>).....	32
3.4.3.1.1 Projetos de engordamento artificial.....	34
IV – MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
4.1 Obtenção dos dados.....	37
4.1.1 Dados pré-existentes.....	37
4.1.2 Levantamento de campo.....	37
4.2 Tratamento granulométrico estatístico.....	41
4.2.1 Média (diâmetro médio - M_z).....	42
4.2.2 Mediana (M_d).....	42
4.2.3 Moda.....	43
4.2.4 Assimetria (Sk_i).....	43
4.2.5 Desvio-padrão (grau de seleção - σ).....	44
4.3 Outros tratamentos de dados.....	45
4.3.1 Dados de percentagem das frações granulométricas.....	45

V – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
5.1 Variação volumétrica e percentual das classes granulométricas dos sedimentos da Praia de Camburi.....	48
5.1.1 Variação dos percentuais das classes granulométricas e volumes totais.....	48
5.1.2 Distribuição espacial das diversas classes granulométricas o longo dos anos.....	53
5.2 Variação espaço-temporal dos parâmetros estatísticos granulométricos ao longo da praia de Camburi.....	55
VI – CONCLUSÃO.....	63
VII – REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS.....	71
ANEXO A.....	72
ANEXO B.....	73
ANEXO C.....	74

RESUMO

Em setembro de 1999 finalizam-se as obras do engordamento artificial da Praia de Camburi, Vitória -ES. A variação textural da praia foi monitorada em três campanhas (outubro de 2000 e 2001, e agosto de 2003). Os resultados demonstraram que a adaptação textural da praia ao novo sedimento teve início logo após a intervenção. Em outubro de 2000, a praia já apresentava perda do sedimento despejado, verificada na retirada das frações fina, grossa e lama e a permanência da fração média. Nas campanhas de 2001 e 2003 houve a manutenção do padrão de distribuição percentual das diversas classes granulométricas sugerindo a estabilidade volumétrica da praia nos últimos três anos. Mesmo apresentando uma perda de 26,91% do volume da engorda após quatro anos, a Praia de Camburi definiu e manteve a distribuição em areias médias, um bom grau de seleção e uma distribuição simétrica, confirmando a estabilidade da praia e o sucesso da obra de engordamento artificial.

I - INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Atualmente um dos principais responsáveis pela erosão praial tem sido a construção de estruturas designadas a proteger e manter praias existentes ou prevenir possível recessão de linha de costa (BIRD, 1996). Elas incluem espigões, quebra-mares e molhes. Como elas tendem a interferir no transporte litorâneo de sedimento ao longo da praia, todas estas estruturas causam freqüentemente indesejável erosão na sua vizinhança (KELLER, 1992).

Existem também técnicas de estabilização estrutural sem que seja necessária a utilização de material rochoso ou estrutura de concreto, estas incluem o “engordamento praial” (*beach nourishment*), “terraplanagem praial” (*beach bulldozing*), criação de duna, restauração e modelagem de forma da praia (GREENE, 2002).

Durante muito tempo, a escolha de métodos de proteção costeira baseava-se apenas na relação custo/benefício, ou seja, o gasto com a obra era justificado em função do valor das estruturas, terrenos e valores (áreas de interesse econômico, turístico, histórico, etc.) a serem protegidos. Recentemente a qualidade do meio ambiente tem sido uma preocupação crescente da população em geral, resultando numa mudança de comportamento frente às modificações ambientais geradas por atividades antrópicas. Desta forma, a escolha dos métodos mais apropriados de proteção costeira passou a incluir seus prováveis impactos ambientais além do seu custo e eficiência. Assim, o melhor método para conter processos erosivos a ser implementado numa área específica deve ser aquele que causa o menor dano ao meio ambiente, o mais barato e o mais eficiente (ESTEVES, 1998).

As diferenças geomorfológicas do litoral da região metropolitana da Grande Vitória são responsáveis pela grande complexidade e diversidade morfodinâmica, e/ou hidrodinâmica atuante em um trecho relativamente curto do litoral capixaba, complexidade esta, agravada pelas intervenções humanas e pelo intenso uso do solo (ALBINO *et al.*, 2001a).

A Praia de Camburi está localizada na Baía do Espírito Santo, e, é a maior e principal praia do município de Vitória. Mostra-se como uma importante área de lazer e recreação para os habitantes da capital do Estado do Espírito Santo. Sua orla é repleta de hotéis, restaurantes e quiosques, mostrando a sua relevância no cenário turístico da cidade. Contudo, a praia já passou por diversos processos de intervenções, com o intuito de deter a indesejável erosão iniciada com a construção do Porto de Tubarão na década de 60 (ARAÚJO *et al.*, 2000).

Estudos de propagação de ondas demonstraram que a distribuição da altura de ondas ao longo da praia foi substancialmente alterada pela construção do quebra-mar e do canal de acesso ao porto. Isto causou difração das ondas em torno da Ponta de Tubarão e refração pelo canal dragado gerando uma convergência das ortogonais das ondas provenientes de E-NE fazendo com que estas alcancem a porção central da praia com maior energia, causando erosão (MELO & GONZALES, 1995).

Como resposta à erosão, a Prefeitura Municipal de Vitória realizou aterros na faixa litorânea e construiu 2 espigões transversais à praia, estas foram algumas intervenções realizadas para solucionar o processo erosivo (ALBINO & OLIVEIRA, 2000). Os problemas erosivos se agravaram ao longo do tempo e culminaram no recente engordamento da faixa de areia da praia, com areias retiradas na zona submersa adjacente (FERNANDES, 1999; OLIVEIRA *et al.*, 1999; ALBINO & OLIVEIRA, 2000).

Considerando as intervenções decorridas nas últimas décadas na Praia de Camburi, como a construção de espigões e engordamento artificial, este trabalho se compromete em checar a distribuição temporal e espacial das areias da praia, podendo assim nos fornecer respostas sobre a hidrodinâmica deste ambiente. Desta forma, contribuindo para futuras ações neste e outros sistemas costeiros.

1.2 Objetivo Geral

O presente trabalho identificará a variação textural dos sedimentos despejados na praia na ocasião do engordamento, permitindo identificar e quantificar qual das frações granulométricas despejadas ainda estão na praia e quais foram retiradas pelo transporte litorâneo.

Esta informação será de grande utilidade para a comparação entre o diâmetro sugerido como ideal para o sucesso da intervenção e o diâmetro real incorporado. Checando assim, as alterações morfodinâmicas recorrentes da incorporação dos novos sedimentos.

1.3 Objetivos Específicos

- Determinar e quantificar percentualmente as frações granulométricas do material da jazida que ficaram retidas na porção emersa da praia, avaliando o sucesso da intervenção;
- Conhecer a variação das distribuições granulométricas sob atuação dos processos hidrodinâmicos;

- Contribuir no planejamento e na eficácia de futuras intervenções, reduzindo seu custo de engordamento através do conhecimento da dinâmica do sedimento praial, para que, desta forma seja possível mensurar a perda e retenção de sedimentos pelo sistema.

II – ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e geomorfologia

A Praia de Camburi (Figura 2.1) localiza-se ao norte do município de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo, e está situada entre as coordenadas 20° 20'S e 40° 15'W. Consiste em uma enseada de 6 km de extensão que tem como limite sul os afloramentos rochosos do embasamento cristalino, representado pelo Morro do Colégio Sagrado Coração de Maria e ao norte por uma saliência dos tabuleiros da Formação Barreiras (COSTA, 1989).

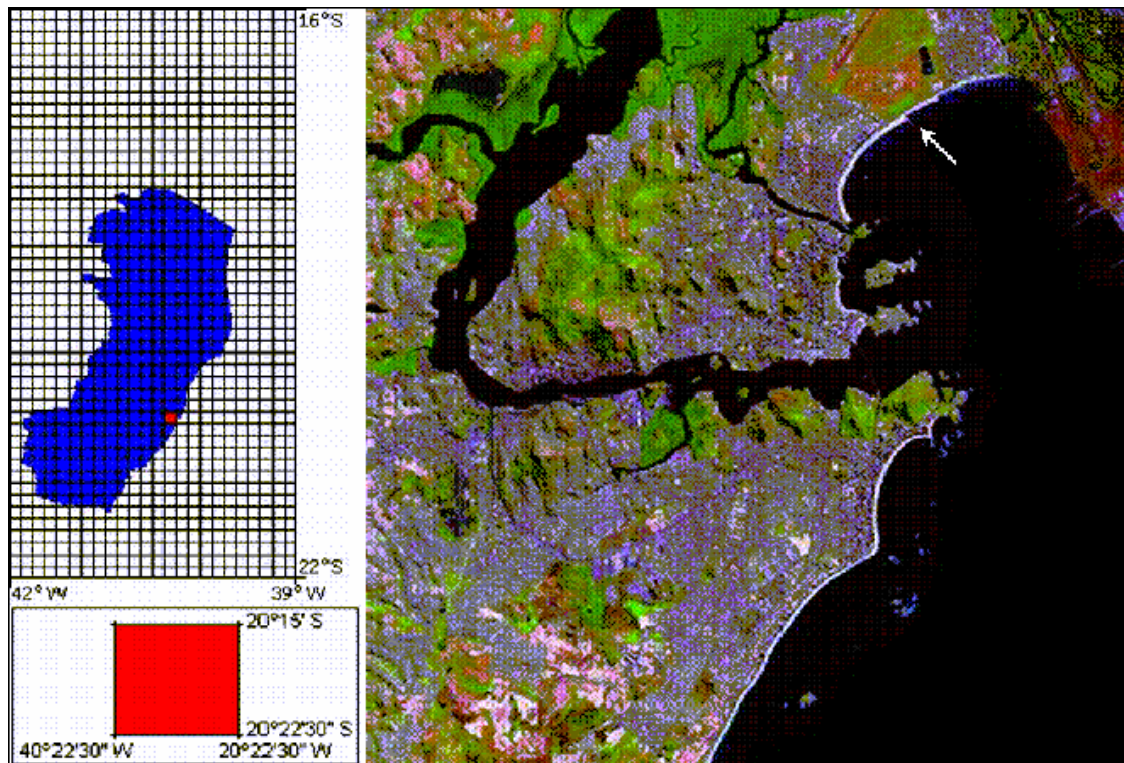


Figura 2.1 – Mapa do Estado do Espírito Santo geograficamente referenciado (acima, esquerda). Quadricula representando uma porção do mapa com as suas respectivas coordenadas geográficas (abaixo, esquerda). Imagem do satélite Landsat relativa a quadricula abrangendo a área de estudo, a seta indica a localização da Praia de Camburi. Adaptado de Embrapa (1998).

Segundo Martin *et al.* (1996) o município de Vitória encontra-se situado em um trecho da costa capixaba onde os afloramentos cristalinos alcançam a linha de costa, sendo responsáveis por um litoral recortado, onde são identificados trechos expostos e protegidos das ações diretas das ondas (OLIVEIRA, 1995).

Os afloramentos laterizados dos sedimentos da Formação Barreiras são encontrados na plataforma continental interna, dissipando a energia das ondas (ALBINO & OLIVEIRA, 1995; ALBINO, 1999).

Geomorfologicamente podemos dividir a região de Vitória em duas: a Baía de Vitória, que é composta por uma porção insular granítica circundada pelo estuário da Baía de Vitória; e a Baía do Espírito Santo, correspondendo à enseada e à zona submersa adjacente da Praia de Camburi, localizada na porção continental de planície marinha/fluvial quaternária (ALBINO *et al.*, 2001a).

Albino *et al.* (2001a), a partir dos dados de composição textural, determinou a distribuição faciológica da plataforma continental interna e da Baía do Espírito Santo, sendo identificados três grupos de diferente composição: material litoclástico (tons de azul), material misto (tons de verde) e material bioclástico (tons de vermelho) como mostrado na Figura 2.2.

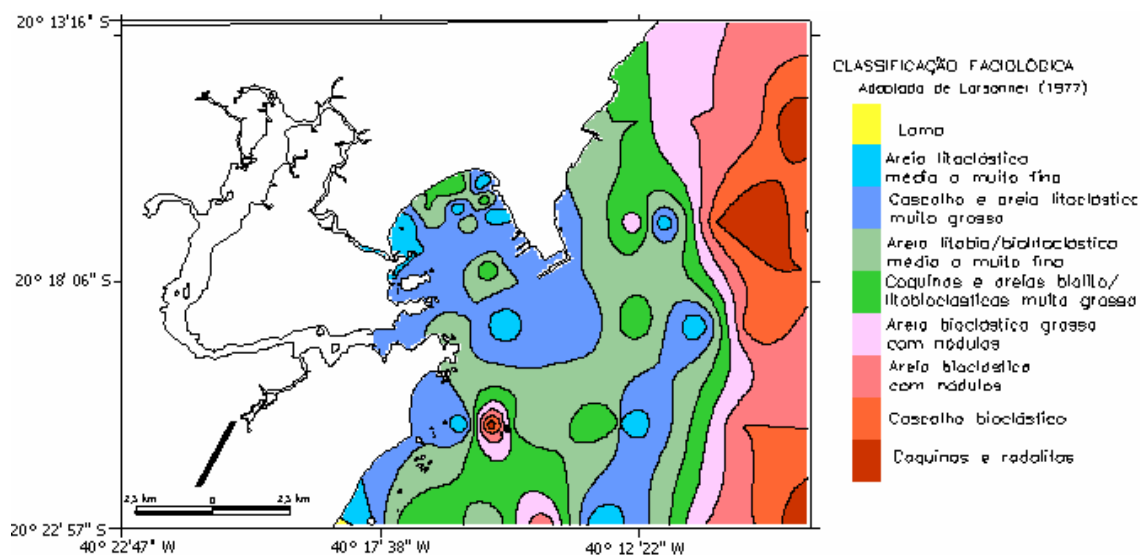


Figura 2.2 – Mapa faciológico da Baía do Espírito Santo.
FONTE: (ALBINO *et al.*, 2001a) adaptado de Larsonner, 1977).

Segundo Albino *et al.* (2001a), a faciologia dos sedimentos superficiais da plataforma da Baía do Espírito Santo mostra-se limitada na contribuição de material terrígeno. A região marinha é caracterizada por sedimentos biolitoclásticos grossos a finos. Os altos teores de bioclastos grossos indicam a proximidade da área fonte.

A atuação dos processos hidrodinâmicos torna este material mais vulnerável à fragmentação, podendo este atingir uma fração granulométrica passível de transporte em suspensão, podendo desta maneira ser deslocado facilmente, como sugeriu Tanner (1995) ao observar que a abrasão dos sedimentos bioclásticos é acelerada quando os sedimentos são depositados juntamente com sedimentos quartzosos devido a maior dureza deste último. Chave (1960) e Pilkey *et al.* (1967) observaram que a abrasão dos grãos bioclásticos grossos produz grande quantidade de finos, tornando a distribuição granulométrica bimodal.

Este afinamento do diâmetro médio dos bioclastos é visto rumo à linha de costa respaldando este processo e destacando a importância da área de produção como ecossistema marinho e ainda como área de origem de sedimentos para o sistema praial, já que a contribuição marinha e/ou terrígena é registrada na caracterização das areias das praias (ALBINO *et al.*, 2001a).

2.2 Aspectos Climáticos

O clima deste trecho do litoral brasileiro é do tipo W pseudo-equatorial, classificação de Köppen (MARTIN *et al.* 1996). A região encontra-se em zona caracterizada por chuvas tropicais de verão, com a estação seca durante o outono e inverno. Porém, as duas últimas estações podem registrar precipitações frontais de descargas devidas às massas polares. A temperatura média anual é de 22° C, ficando a média das máximas entre 28° e 30° C, enquanto que as mínimas apresentam-se em torno de 15° C.

Tanto os dados levantados pelo Centro Tecnológico de Hidráulica da Universidade de São Paulo (CTH/USP) entre fevereiro e 1972 e janeiro de 1973 (BANDEIRA *et al.* 1975), quanto os fornecidos pela EMCAPA (1981, *apud* ALBINO 1999), demonstram que os ventos de maior frequência e maior intensidade são respectivamente os provenientes dos quadrantes NE-ENE e SE, respectivamente. Os primeiros estão associados aos ventos alísios, que sopram durante a maior parte do ano, enquanto que os de SE estão relacionados às frentes frias que chegam periodicamente à costa capixaba (Figura 2.3).



Figura 2.3 – Regime dos ventos no litoral capixaba em condições normais.
 FONTE: MARTIN *et al.* (1996).

2.3 Aspectos Oceanográficos

2.3.1 Ondas

As ondas são geradas pelos dois sistemas de ventos existentes na região. Segundo Albino *et al.* (2001b), as ondas do setor sul (S-SE) estão associadas às frentes frias, desta forma sendo mais energéticas do que as do quadrante NE, porém são menos freqüentes, e nem por isso são menos importantes devido à intensidade e capacidade de erosão das praias.

Segundo Homsí (1978), dados de clima de onda para o litoral brasileiro são escassos e limitados aos levantamentos nas áreas próximas aos portos por ocasião de suas construções. Segundo Albino *et al.* (2001b), para a área estudada, os dados obtidos pelo INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias), entre março de 79 a setembro de 80, nos arredores do Porto de Tubarão, Vitória, foram utilizados pela RAM Engenharia (1994) para a determinação do clima de ondas (Figura 2.4).

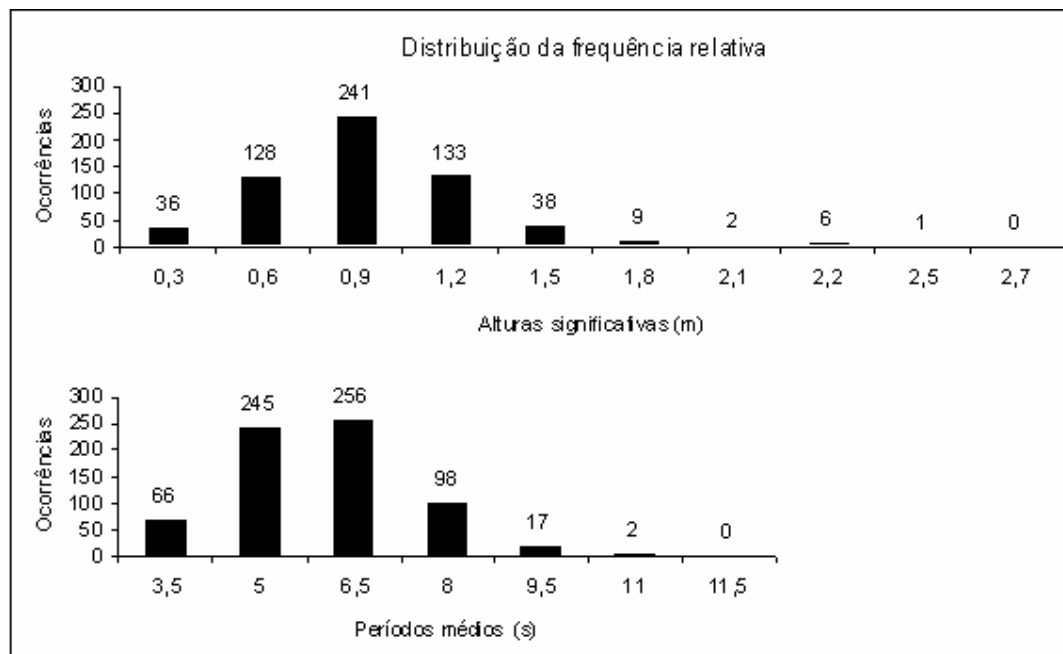


Figura 2.4 – Distribuição das freqüências das alturas de ondas significativas nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória (acima). Distribuição das freqüências dos períodos nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, ES (abaixo). FONTE: Adaptado de ALBINO (1999).

Pela Figura 2.4, vemos que a altura significativa das ondas para o litoral ultrapassa 1,5m em pouco, sendo as alturas de 0,9 e 0,6m de maior freqüência. Já o período freqüente está em torno de 5 a 6,5s, não ultrapassando 9,5s.

2.3.2 Maré

De acordo com o DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação (2004), o litoral capixaba tem a sua amplitude de maré variando entre 1,40 e 1,50m. Estes valores são característicos de litoral submetida micromaré (menor que 2m).

2.4 Uso e Ocupação

Com a construção do Porto de Tubarão na enseada de Camburi na década de 60, as ondas incidentes da Praia de Camburi sofreram consideráveis alterações em suas características originais o que levou a praia ao início de um processo erosivo (ARAÚJO *et al.* 2000). O complexo portuário alterou o padrão de chegada das ondas, intensificando a altura destas na porção central da praia e um decréscimo na porção norte, como resultado da difração e refração das ondas a partir do enrocamento e de um canal dragado de 21m de profundidade transversais à Ponta de Tubarão (MELO & GONZÁLES, 1995).

De acordo Albino & Oliveira (2000), a mudança do padrão de ondas refletiu na praia na forma de erosão. O processo erosivo intensificou-se nos últimos anos da década de 90, sendo necessária à realização de aterros na faixa litorânea e a construção de espigões transversais à praia na tentativa de solucionar a indesejável perda de sedimento. Entretanto esta erosão agravou-se ameaçando o calçadão e exigindo das autoridades locais providências no sentido de conter a erosão praial (ALBINO & OLIVEIRA, 2000).

Em janeiro 1999 iniciou-se na Praia de Camburi a construção do terceiro espigão e o prolongamento de 70m do segundo. Em setembro do mesmo ano foram finalizadas as obras do engordamento artificial.

O material utilizado para tal aterro era o mesmo dragado do canal da Ponta do Tubarão, que era assoreado justamente pelo sedimento que era perdido da praia por processo de erosão sendo então levados para a região.

A solução foi a realizar uma obra de engordamento artificial, despejando 730 mil m³ de areia, retiradas de jazidas da Baía do Espírito Santo (Figura 2.5), entre os espigões 1 e 2 (até 2800m a partir do Canal da Passagem) e 240 mil m³ de areia entre os espigões 2 e 3 (até 3500m).

A técnica empregada no engordamento da Praia de Camburi consistiu em despejar o material no talude da praia (zona de espraiamento) através de tubulações ligadas a uma embarcação de dragagem, desta maneira, preenchendo de sedimento o intervalo entre o primeiro e segundo espigão, e logo em seguida, o espaço entre o segundo e terceiro espigão (PMV, 1998).

O material utilizado na obra de engordamento artificial apresentava um predomínio de grãos grossos e médios com maiores pesos retidos 0,00 e 1,50 phi de moderado à pobre grau de seleção, mas também apresentava sensíveis quantidades de grãos finos e lama (PMV, 1999).

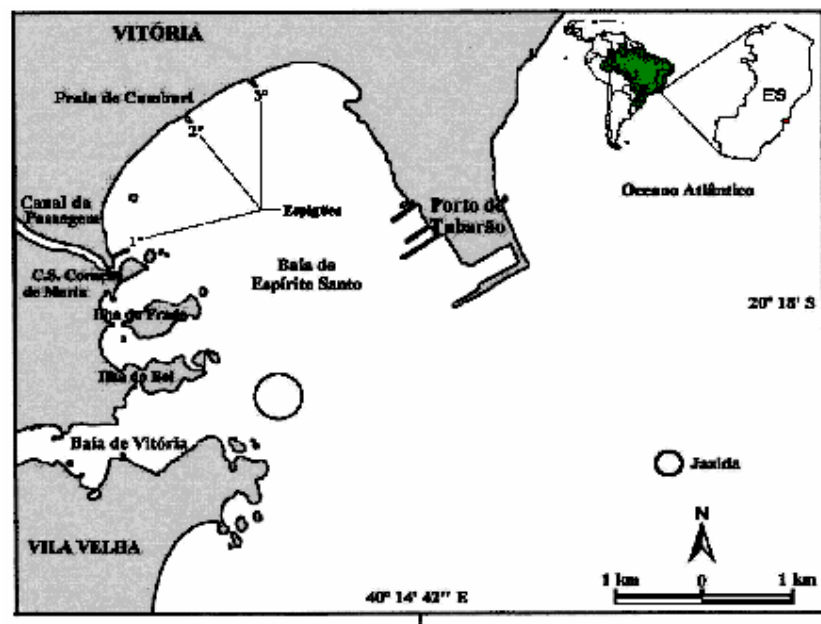


Figura 2.5 – A Praia de Camburi, e a jazida de onde foi retirado o material sedimentar para o engordamento, Vitória - ES. Adaptado de ALBINO & OLIVEIRA (2000).

Um ano após a intervenção, Araújo *et al.* (2000) realizou um estudo com o objetivo de caracterizar a granulometria das areias da praia em 6 pontos ao longo da mesma antes e depois da intervenção para verificar sua adaptação granulométrica no período de 23 meses. Os autores constataram que, antes da intervenção as areias referentes aos primeiros 3km da Praia de Camburi a partir do canal da passagem, que corresponde à área de maior erosão, apresentavam-se grossas, com grau de seleção moderado a bom e assimetria para o lado dos sedimentos grossos; e após a intervenção, houve o afinamento das areias, que se apresentaram médias a grossas, e o empobrecimento do grau de seleção, que indicaram a textura mais fina do material despejado em relação ao já encontrado na praia.

Albino & Oliveira (2000) constataram que a fração fina das areias da Praia de Camburi foi sendo retirada da praia gradativamente ao longo tempo pela ação de ondas, e que está sendo parcialmente transportada longitudinalmente ou para a zona submersa próxima. Albino *et al.* (2001a), ressaltam que a fração fina encontrava-se na antepraia inferior, sendo uma porção transportada longitudinalmente rumo à Ponta de Tubarão.

As areias da Praia de Camburi após o engordamento artificial apresentaram-se compostas basicamente por material litoclástico, e sua distribuição granulométrica foi caracterizada por areias com muito pobre a moderado grau de seleção similares ao material despejado no engordamento e apresentando um predomínio de areias grossas e médias, com phi entre 0,00 e 1,50. Nesse momento a praia apresentava engrossamento do material despejado, melhor seleção e normalização da distribuição de assimetria das areias, sob ação direta das ondas, devido à retirada da pequena fração fina no material da jazida despejado, e na manutenção no sistema praias das areias grossas e médias (ALBINO *et al.*, 2001a).

Três anos após o engordamento artificial, os resultados de Passos (2004) demonstraram que a Praia de Camburi apresentou nas areias da face praias em 2003 uma granulometria predominantemente média ao longo de todas as Estações, revelando tendência adaptativa da praia a permanecer com tal granulometria.

As areias apresentaram diâmetro médio ao longo de toda praia, contudo observa-se grau de seleção moderado e pobre grau de seleção. O diâmetro médio ao longo da praia indica a tendência à estabilidade morfotextural da praia e/ou os recentes eventos erosivos e deposicionais da praia. Pode indicar que a praia encontrou a população granulométrica ideal, já que os eventos ocorrentes na Praia de Camburi como entrada de ondas de diferentes quadrantes e com diferentes intensidades geram as complexas trocas sedimentares longitudinais e transversais (PASSOS, 2004).

Desta maneira, o processo de engordamento na praia obteve sucesso por ter sido acrescido sedimento de granulometria média a grossa (ALBINO *et al.*, 2001a), que resultou em uma praia mais íngreme e conseqüentemente refletiva, reduzindo a perda de sedimentos por processo de erosão que era então, levados para a região submersa e provavelmente assoreavam o canal de acesso ao Porto de Tubarão. Agora, com a estabilidade no balanço sedimentar, a maior parte das areias permanecem na praia, diminuindo assim a necessidade de dragagem do canal de acesso ao Porto de Tubarão.

Contudo, a construção dos 2º e 3º espigões demonstrou ter sido uma solução pouco eficaz para contenção do processo erosivo da Praia de Camburi, uma vez que, constatou-se uma eficaz troca sedimentar transversal, conforme sugerido por Albino *et al.* (2001a) e Albino & Maia (2002). Os dados morfológicos e granulométricos indicaram a maior importância do transporte transversal. Desta forma os espigões transversais, construídos a fim de armazenar sedimento da praia mostram-se ineficientes na contenção da erosão. O que confirma o sugerido por Albino *et al.* (2001a) e Albino & Maia (2002).

De maneira geral o engordamento causou a maior reflexão da praia traduzida por perfis com alta declividade e areias médias. A tendência de refletividade da praia mantém os sedimentos na porção emersa da praia, diminuindo a necessidade de dragagem do canal de acesso dos navios ao Porto de Tubarão, mantendo o equilíbrio sedimentar do sistema Baía do Espírito Santo e Praia de Camburi. O engordamento mostrou-se mais eficiente na contenção do processo erosivo e é recomendável, considerando a granulometria utilizada (PASSOS, 2004).

Ao avaliar o trabalho de alguns autores na Praia de Camburi, percebe-se que o engordamento artificial obteve sucesso na contenção do processo erosivo, contudo o presente trabalho dispõe de objetivos que darão um novo enfoque diferente à esta recente intervenção.

A tabela 2.1 apresenta um resumo histórico das alterações e intervenções ocorridas na Praia de Camburi, Vitória – ES.

TABELA 2.1 - AS PROVÁVEIS CAUSAS DA EROÇÃO NA PRAIA DE CAMBURI, VITÓRIA - ES E AS MODIFICAÇÕES DESENCADEADAS SOBRE OS PROCESSOS COSTEIROS.

	Principais intervenções	Alteração hidrosedimentar
Década de 60	<p>Construção do complexo portuário de Tubarão em 1964</p> <p>Aterro realizado para a construção da orla marítima</p> <p>Dragagem de areia em zonas submersas</p>	<p><i>Alteração no padrão de entrada de ondas</i> A difração das ondas em torno da ponta de Tubarão e refração pelo canal dragado causa a convergência das ortogonais das ondas provenientes de E-NE fazendo com que estas alcancem a porção central da praia com maior energia, causando erosão (MELO & GONZALES, 1995).</p> <p><i>Destruição das dunas frontais</i> Diminui o volume de areias livres e disponíveis para a adaptação topográfica a partir do intercâmbio praia-duna em situações de maior energia das ondas. Diminuição da extensão longitudinal da praia.</p> <p><i>Aumento da profundidade da zona submersa</i> A fim de viabilizar o tráfego dos navios de grande calado é necessária a dragagem periódica de um canal profundo aproximadamente paralelo a linha de praia. Inicialmente com 17 metros passa a ter mais de 21 m. A alteração na profundidade da baía do Espírito Santo diminui a dissipação da energia das ondas rumo a praia e concentram na porção central as ondas refratadas.</p>
Década de 70	<p>Construção de 2 espigões transversais à linha de costa, a fim de represar os sedimentos transportados pela corrente longitudinal</p>	<p><i>Obras para represar os sedimentos transportados paralelamente à praia</i> A solução encontrada para conter a erosão da praia foi na verdade a responsável pela erosão intensificada e localizada em alguns trechos da praia de Camburi. Os espigões são responsáveis pelo engordamento a barlar da direção da corrente longitudinal a linha da costa e, erosão a sotamar da mesma.</p>
Décadas de 80 e 90	<p>Todas as intervenções somadas...</p>	<p><i>Erosão praial</i> Frequentes registros de erosão de praia, principalmente por ocasião de passagem de frentes frias, com alcance nas ondas no trecho a sotamar do segundo espigão (Figura 2.5) e registros de areias jogadas sobre o calçadão, como resultado, muito provavelmente, da adaptação topográfica da praia em função da concentração de energia de ondas em alguns trechos e diminuição dos sedimentos disponíveis para transporte longitudinal e transversal a linha da praia.</p>
Final da década de 90	<p>Providências tomadas pelas autoridades do município de Vitória</p>	<p><i>Obras de contenção da erosão</i> Em 1999 deu-se início a construção do terceiro espigão e o prolongamento do segundo, juntamente com o engordamento artificial na Praia de Camburi.</p>

FONTE: Adaptado de Albino & Oliveira (2000).

III – O SISTEMA PRAIAL, SEUS SEDIMENTOS, A EROSÃO, E AS INTERVENÇÕES

3.1 O sistema praial

No sentido estrito, a praia é uma acumulação de sedimento não consolidado (areia ou cascalho), que é compreendida da linha de baixa-mar até uma mudança fisiográfica, como um campo de duna, por exemplo. Mas a praia pode incluir, segundo alguns geólogos, a área costeira abaixo do nível do mar (a profundidade de 10 a 20 m), a qual é ativa sob a influência das ondas de superfície (KOMAR 1977, *apud* KENNETT, 1982). No presente trabalho foram adotadas a nomenclatura e a divisão do perfil praial realizada por Davis (1985) como apresentado na figura 3.1.

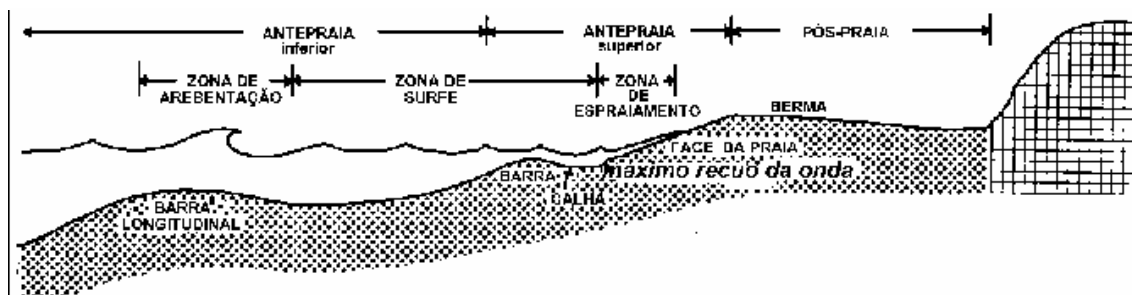


Figura 3.1 - Limites de um perfil praial, segundo DAVIS (1995), adaptado por Albino (1999).

De acordo com Davis (1985), praticamente toda zona de pós-praia (*backshore*) de uma praia arenosa é constituída de uma área plana e quase horizontal até uma inclinação suave em direção ao mar, chamada de berma. O limite marinho do berma é marcado por uma inclinação abrupta na crista do berma. Após esse limite existe a face praial, que é muito inclinada em direção ao mar. Uma praia que sofre erosão apresenta um perfil de pós-praia muito diferente, onde o berma não é desenvolvido. Sob estas condições, o pós-praia e antepraia superior são contínuas, com uma ligeira concavidade na porção superior do perfil.

A antepraia superior (*foreshore*) é caracterizada pela zona entre-marés, limitada pela altura mínima de maré baixa e máxima da maré alta. Pode apresentar uma variedade de configurações. A declividade é dependente tanto da composição granulométrica quanto do processo que age sobre ela. Feições características como crista e calha são formadas pela ação das ondas. Durante certas condições meteorológicas e costeiras podem ser formadas barras de sedimentos efêmeras no final da zona de antepraia superior (DAVIS, 1985).

A zona entre a linha de baixa mar e o limite externo da antepraia inferior (*shoreface*) tem, geralmente, centenas de metros de largura. Em vários lugares essa zona é caracterizada pela presença de barras sedimentares originadas por marés, que são praticamente paralelas à praia. A antepraia inferior corresponde a uma importante região de transição

para as ondas oceânicas. Esta é uma região de transição onde a diminuição da profundidade causa mudanças na forma das ondas, se tornando mais empinadas, aumentando em altura e alterando a direção de propagação para uma mais normal à costa. Por causa dessas mudanças há influência no processo de transporte de sedimento que atuam sobre esta região. O transporte de sedimentos é resultado da combinação de processos causados por ondas e correntes. Esses processos geralmente atuam juntos na natureza apesar de suas magnitudes relativas variarem através da localização e do tempo. Deve ser dada atenção particular ao processo de formação de barras de tempestade nessa região, pois estas se tornam um estoque de sedimento, que tendem ser levado de volta à praia com a volta das condições climáticas normais (DAVIS, 1985).

Por conta de sua localização, as praias são tidas como ambientes de transição entre o oceano e o continente por vários autores, como Kennett (1982), Albino (1999), entre outros. Por esse motivo as praias sofrem modificações causadas tanto pelos processos continentais quanto por processos marinhos, desenvolvendo, dessa forma, aspectos sedimentares e morfodinâmicos distintos.

3.2 Origem, composição, granulometria e distribuição dos sedimentos praias

As praias recebem seus sedimentos de várias fontes. Algumas são supridas com areia e pedregulho lavados costa a fora através de rios. Outros consistem em material derivado da erosão de falésias nas proximidades e provenientes da própria praia, lavada ao longo do fundo marinho por ondas e correntes, ou distribuídos por ventos que sopram do continente. Em recentes décadas muitas praias foram aumentadas dada a chegada de sedimento como o resultado de atividades humanas, como agricultura e mineração na costa e continente. Algumas praias foram nutridas artificialmente ou foram cheias, especialmente em estâncias balneárias (BIRD, 1996).

De acordo com Thurman (1994), o material encontrado no depósito praias dependerá da fonte de sedimento que está localmente disponível ou transportável pela corrente longitudinal. Em áreas onde o sedimento é abastecido por montanhas costeiras, as praias são compostas dos minerais contidos nas rochas dessas montanhas e devem ser relativamente grossos em textura. Se o sedimento é abastecido principalmente por rios que drenam áreas de baixios, os sedimentos que alcançarão as regiões costeiras serão normalmente finos em textura; em muitos casos, baixios de lama desenvolvem-se ao longo do litoral porque somente partículas de silte e argila sofrem carência em direção ao oceano. Onde não existem montanhas ou outras fontes de minerais formadores de rocha nas proximidades, a maioria do material das praias é derivada dos organismos que vivem nas

águas costeiras. As praias destas áreas são compostas predominantemente de fragmentos de conchas carbonáticas e de resíduos de animais microscópicos, particularmente foraminíferos. Muitas praias de ilhas vulcânicas em oceano aberto serão compostas de fragmentos de minerais escuros originados da lava basáltica que compõem estas ilhas, ou de fragmentos grossos de corais provenientes dos recifes que se desenvolvem no entorno das margens das ilhas.

As praias arenosas oceânicas apresentam-se como sistemas transicionais altamente dinâmicos e sensíveis, que constantemente ajustam-se a flutuações dos níveis de energia locais e sofrem retrabalhamento por processos eólicos, biológicos e hidráulicos. Estes últimos são relativamente muito mais importantes e ocorrem em escalas temporais variadas. Abrangem também um amplo espectro de modos de movimento, entre os quais se destacam as ondas geradas pelo vento, as correntes litorâneas, as oscilações de longo período (sub-harmônicas e de infra-gravidade) e as marés. Respondendo àquelas flutuações dos níveis de energia através de mudanças morfológicas e trocas de sedimentos com regiões adjacentes, as praias atuam como zonas tampão e protegem a costa da ação direta da energia do oceano, sendo esta a sua principal função ambiental (HOEFEL, 1998).

As praias reagem rapidamente a mudanças no tipo de sedimento ou na sua taxa de suprimento. Contudo, não são sistemas isolados. Uma mudança em uma área será transmitida abaixo da linha de costa para uma completa sucessão de praias (PETHICK, 1984). Segundo Bird (1996), algumas praias mostram uma variação na concentração de sedimentos finos para sedimentos grossos em uma ou outra direção ao longo da costa. A composição de tamanho de grão do material praias pode variar lateralmente, particularmente nos arredores de costões rochosos em erosão, onde a proporção de material grosso localmente derivado pode ser alta, e perto a desembocaduras de rios, onde é provável que uma proporção maior de sedimento fluvial grosso esteja presente. A classificação lateral através do tamanho de sedimento foi observada em muitas praias.

Uma das explicações para que haja esta classificação lateral de tamanho de sedimentos nas praias é a seleção longitudinal do material de praia pela quebra de ondas e correntes próximas à costa, assim uma praia que inicialmente tinha partículas de vários tamanhos apresenta uma seleção de tamanhos de sedimento na trajetória da corrente longitudinal (BIRD, 1996).

Vários estudos têm demonstrado o mecanismo desta seleção granulométrica longitudinalmente à praia, dentre eles o de Komar (1977). O autor destaca que o aumento do tamanho dos grãos de areia está relacionado à maior velocidade da corrente, que

possibilita transporte de fundo. Com a diminuição da velocidade, o transporte é feito por suspensão, com sedimentos de diâmetros menores, o que gera uma tendência à diminuição do diâmetro no sentido do transporte de sedimentos pela corrente longitudinal. Bittencourt *et al.* (1991), testando as constatações de Komar para o esporão de Caixa-Pregos (BA), destacaram a importância da energia das correntes, a textura e o volume dos grãos disponíveis para explicar as diferenças constatadas na distribuição granulométrica dos grãos para a praia estudada. Tanto Komar (1977) quanto Bittencourt *et al.* (1991) destacam a limitação da aplicação de modelos de transporte de sedimentos em praias com diferentes aspectos físicos.

Segundo Allen (1985), apesar de muitos trabalhos teóricos sobre transporte de sedimento terem como foco o movimento longitudinal, Bowen (1980) apresentou uma análise teórica do movimento perpendicular à costa e Short (1979) sintetizou a seqüência de mudanças na morfologia do perfil da praia causadas por este movimento. Experimentos de McCave (1978) mostraram que o tamanho das partículas do sedimento varia ao longo da corrente longitudinal, aumentando o diâmetro dos grãos no sentido da corrente, o que ocorre devido à contínua perda de sedimentos finos, que ficam retidos na praia pelo processo de espraçamento.

Diante de análises e observações do espraçamento de uma praia arenosa do lago Michigan, Evans (1939) constatou que, os sedimentos mais finos são lançados mais alto no declive praias pelas ondas. Uma parte dos materiais mais finos também pode ser lançada acima do declive da praia, onde estes permanecem estacionários por consideráveis períodos de tempo. O autor também verificou que os grãos finos viajam mais lentamente que os mais grossos que são mantidos em movimento constante.

Evans (1939) descreveu este movimento, quando observou o espraçamento da onda ascendendo cada vez mais no declive da praia, perdendo energia neste avanço, e, assim, decrescendo gradualmente a velocidade até chegar a zero. Para o autor, isto foi uma evidência de que a energia do espraçamento tem sua fonte na entrada de ondas. Enquanto o refluxo do espraçamento, ao descer o declive da praia, é um movimento inteiramente gravitacional, que começa do estado de repouso e move-se cada vez mais rápido até alcançar a calha.

Segundo Johnson (ANO? *apud* EVANS, 1939), a velocidade de retorno da água é geralmente menor que a do espraçamento. Esta perda de velocidade é parcialmente resultado da fricção que atua na ascensão e descida da água. O volume de água retornando é menor do que o que ascendeu, pois parte da água é absorvida pelos sedimentos que

estão abaixo dela (infiltração). Isto demonstra que, quanto menor a declividade da praia maior será a diferença entre a velocidade de espraiamento e do refluxo. O resultado desta variação de velocidade seleciona o sedimento que está sobre o declive da praia (face praial). Desta forma, o seccionamento do sedimento pelo movimento da água resulta em uma segregação de vários tamanhos.

A seleção de sedimentos ao longo do perfil praial varia transversalmente em tamanho, o diâmetro do sedimento reflete a topografia de fundo e a intensidade local da turbulência e da energia de dissipação das ondas (KOMAR, 1998). Em um perfil transversal os menores materiais acumulam-se onde o movimento de água é mais lento e os materiais maiores onde é mais veloz. De acordo com o declive da praia, os sedimentos finos podem ser encontrados próximos a linha de espraiamento onde a água é estacionária, ou tão proximamente dos grossos ao longo da calha onde estão as maiores velocidades (EVANS, 1939).

A distribuição de areia por tamanho ao longo de um perfil é previsível com precisão razoável se o diâmetro médio de areia no ponto de referência for conhecido. Os grãos maiores são achados nos pontos de maior turbulência (maior velocidade), e diminuem com o decréscimo da turbulência. Assim é possível modificar uma praia, de acordo com a granulometria empregada (BASCUM, 1951).

A corrente de retorno (Figura 3.2), também influencia no transporte transversal por meio do retorno da água que estava na zona de espraiamento, por meio da ação de ondas, trazendo consigo sedimentos. Tais correntes de retorno chegam a atravessar a zona de arrebatção com velocidades de até 8 km/h antes da dispersão no oceano, abrindo canais através da antepraia superior ocasionando plumas de sedimentos que se depositam na região de dispersão, podendo chegar a plataforma continental interna (BIRD, 1996).

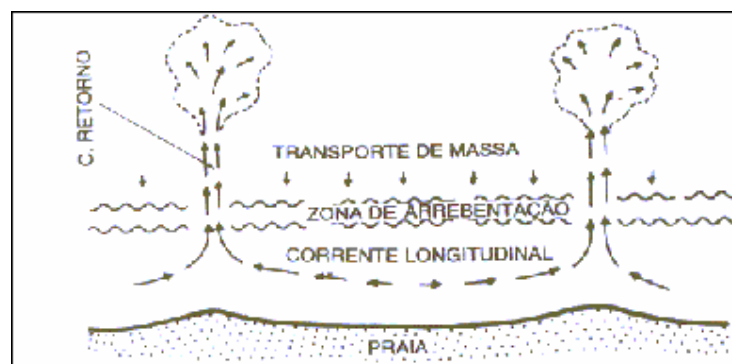


Figura 3.2 - A célula de circulação costeira. FONTE: MUEHE (2001).

3.3 Erosão praial

A ocupação da faixa praial é realizada de forma desordenada, sendo muitas vezes, a desencadeadora ou a aceleradora de desequilíbrios no balanço dos sedimentos e de alterações do clima das ondas incidentes. A resposta erosiva e/ou construtiva da praia às intervenções humanas impostas será diferenciada em função de sua tipologia e de sua aptidão natural à erosão (ALBINO *et al.*, 2001).

Além da ocupação urbana, a praia pode sofrer erosão natural. A mudança no sentido dos ventos implica no aumento da intensidade da componente ao longo da praia do fluxo de energia das ondas, que, segundo Komar (1977), redundará num incremento na diferença entre as velocidades de transporte das partículas, causando mobilização do sedimento e conseqüente erosão. Quando as condições predominantes de vento se estabelecem, a praia reivindica sedimento.

Muehe (1993) explica as observações de Komar (1977) a partir do perfil transversal de uma praia. Segundo o autor, a configuração de um perfil vai depender do ganho ou perda de areia, de acordo com a energia das ondas, ou seja, de acordo com as alternâncias entre tempo bom (engordamento = ganho de sedimento) e tempestade (erosão = perda de sedimento). Nas zonas em que o regime de ondas se diferencia significativamente entre verão e inverno, a praia desenvolve perfis sazonais típicos de acumulação (perfil de verão) e erosão (perfil de inverno). Bird (1996) complementa, que quando a praia recebe mais sedimento do que perde, ela sofre construção, gerando um aumento topográfico e transversal sendo que a maré baixa e alta avança em direção ao mar, e a costa prograda. A erosão de praia acontece onde as perdas de sedimento excedem os ganhos fazendo costa regredir.

3.4 As intervenções

Atualmente, os métodos de proteção contra erosão praial são classificados dentro de duas categorias: não-estrutural e estrutural. A categoria não-estrutural baseia-se principalmente no controle do uso e ocupação da linha de costa (HEDRICK, 2000).

A categoria estrutural inclui métodos “duros” e “macios” de estabilização da linha de costa. Medidas de proteção costeira chamadas “duras” incluem estruturas como espigões, quebra-mares e molhes. Estas soluções não preservam o sistema de dunas, atualmente, sabe-se que elas são geralmente responsáveis pela erosão, degradação ou destruição (MATIAS *et al.*, 2004). No começo de 1980, após a ineficiência de muitas medidas “duras” para proteção

de praias arenosas, tornou-se evidente do ponto de vista tanto técnico como econômico, o interesse em usar medidas remediadoras “macias” (CAPOBIANCO *et al.* 2002).

3.4.1 As não-estruturais

De acordo com Hedrick (2000), as medidas não-estruturais para a contenção da erosão costeira consistem no controle de uso do terreno. A identificação de localidades onde o problema de erosão é conhecido dentro certo intervalo de tempo (25-30 anos), devido à implantação de estruturas ao longo da linha de costa, é uma das estratégias.

A criação de um programa de avaliação de empreendimentos costeiros pode limitar novos desenvolvimentos neste tipo de área de alto risco. Limitando o desenvolvimento urbano em áreas sujeitas a erosão drástica de pós-tempestade, é uma outra importante estratégia de proteção costeira (HEDRICK, 2000).

O controle do uso e ocupação deve ser efetivo, prevenindo problemas futuros de erosão costeira. A maior problemática no controle do uso e ocupação é o mercado imobiliário que é especulativo. O que torna o método preventivo e de conscientização da própria população, que pode se apresentar mais viável em termos financeiros (GOMES, 2004).

3.4.2 Estruturas duras (*hard structures*)

Alguns dos primeiros esforços para o gerenciamento de erosão de praias envolvem estruturas feitas de rochas, concreto, ou madeira. Espigões, quebra-mares e molhes são empregados para aprisionar areia ou para reduzir a energia de ondas de um específico local (HEDRICK, 2000).

De acordo com Keller (1992), os espigões (Figura 3.3) são estruturas lineares colocadas perpendiculares à costa. Eles são usualmente construídos em grupos chamados campos de espigões os “*groin fields*”. A idéia básica é que cada molhe irá aprisionar uma porção de areia que é movimentada no sistema de transporte litorâneo. Uma pequena acumulação de areia desenvolverá a barlar (updrift) em cada espigão, assim construindo uma irregular, mas ampla praia, na região do espigão receptora da corrente.

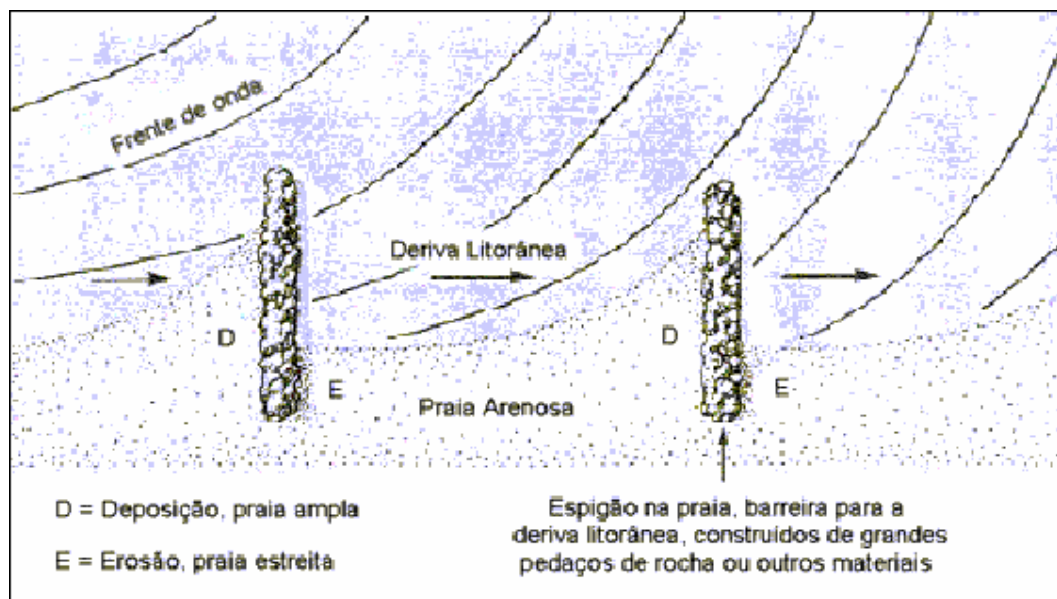


Figura 3.3 - Diagrama de dois espigões de praia. O sedimento depositado constrói uma praia larga na região adjacente ao espigão receptora da corrente longitudinal, e na região adjacente do espigão protegida da corrente há uma erosão. Adaptado de KELLER (1992).

O grau de inanição de areia a sotamar dos espigões, assim como ocorre nos molhes, é dependente da eficiência do sistema de espigões no aprisionamento de areia entrando a barlar pela corrente litorânea e na quantidade de sedimento defletido na direção do mar bem como a taxa transporte líquido em relação ao transporte bruto e o comprimento e altura do término da estrutura (CARTER, 1993).

Assim que um espigão é preenchido, a areia é transportada ao redor de seu contorno e continua sua jornada ao longo da praia. Portanto, a erosão pode ser minimizada artificialmente pelo enchimento de areia a sotamar de cada espigão, isto é conhecido como engordamento de praia (*beach nourishment*), que voltará a ser mencionada mais adiante, e precisará de um abastecimento de areia de um outro local. Assim engordados, os espigões obterão menos areia do sistema natural de transporte litorâneo, e a erosão a sotamar do espigão será reduzida (KELLER, 1992). Mesmo com o engordamento de praia e outras precauções, a implantação de espigões pode causar indesejável erosão; dessa maneira, seu uso deveria ser permitido após estudos cuidadosos.

Outra estrutura é o quebra-mar, construído fora da linha de costa, geralmente para abrigar um porto ou proteger a desembocadura de rios ou entrada de lagunas (BIRD, 1996). Em ambos os casos, o comportamento dinâmico requer atenção especial (VAN GENT & D'ANGREMOND, 1995), pois, essa estrutura bloqueia o transporte litorâneo natural do sedimento da praia e, assim, ocorrem mudanças locais na configuração da costa, como desenvolvimento de novas áreas de deposição e erosão.

Os molhes são outra estrutura dura, eles são quase sempre construídos em pares na desembocadura de um rio ou numa entrada de uma laguna, estuário ou baía. Eles são designados para estabilizar o canal, prevenindo ou minimizando a deposição de sedimento no canal, e geralmente protegendo-o das maiores ondas.

Não existe um jeito de construir um espigão, quebra-mar ou molhe ao longo de uma costa com um sistema ativo de transporte litorâneo, de maneira que a obra não irá interferir no mesmo, parcialmente ou quase totalmente bloqueando o movimento longitudinal na costa do sedimento de praia. Estas estruturas têm causado sérios problemas de erosão nas suas porções a sotamar (*downdrift*). Elas também produzem uma armadilha para o sedimento, que no decorrer do tempo acumula na porção a barlar (*updrift*) da estrutura (Figura 3.4).

Eventualmente, o aprisionamento de sedimento pode preencher ou bloquear a entrada de um porto com uma ponta de areia (tômbolo) ou desenvolvimento de uma barra, sendo quase sempre necessário um programa de dragagem, para manter o porto aberto e limpo de sedimento (manutenção do calado). O sedimento que é removido pela dragagem pode ser transportado e liberado na sotamar das estruturas para se juntar com o sistema natural de transporte litorâneo, assim, reduzindo o problema de erosão (KELLER, 1992).

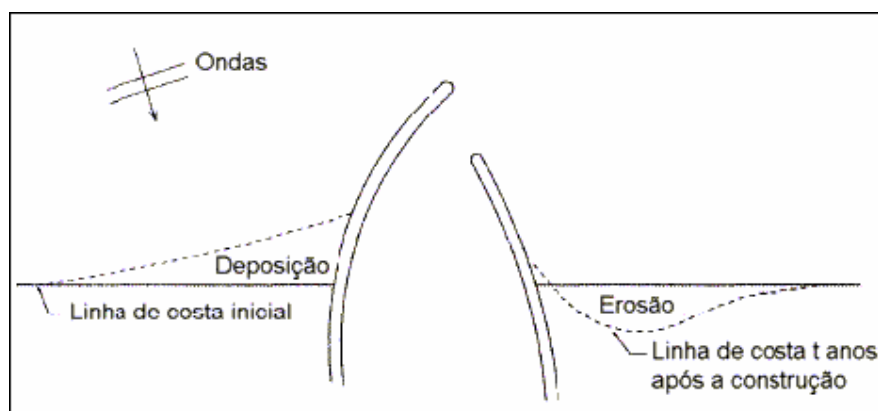


Figura 3.4 - Típico problema de erosão devido à construção de estruturas.
Adaptado de GRAAFF *et al.* (1991).

3.4.3 Estruturas macias (*soft structures*)

Essas são medidas de estabilização estrutural sem que seja necessária a utilização de material rochoso ou estrutura de concreto, estas incluem a “terraplanagem de praia” (*beach bulldozing*), o “engordamento de praia” (*beach nourishment*), a criação e restauração de dunas através da modelagem de sua forma (GREENE, 2002).

A terraplanagem de praia é o processo de redistribuir areia da praia mecanicamente da zona litorânea para a praia superior para aumentar o tamanho da duna primária ou prover uma fonte de sedimento para praias que não têm nenhuma duna existente. Normalmente é levada areia da zona entre marés e empurrada para cima para proteger as estruturas ao longo da praia; nenhum sedimento novo é somado ao sistema (WELLS & MCNINCH, 1991).

O método de terraplanagem de praia (Figura 3.5) é comum no gerenciamento da erosão, que move a areia geralmente para reparar danos de tempestades em uma duna existente ou criar um berma de proteção se o sistema de duna tem sido completamente carregada pelo mar (CRC/CAMA, 2002). Geralmente, esse tipo de intervenção vem acompanhado de uma restauração da vegetação da duna, para garantir sua formação e estabilização, evitando assim, que a grande parte desse depósito de areia seja transportada pelo vento ou pelas ondas do mar (BROOME, 2002).

O ponto negativo desse método é que a terraplanagem de praia deve ser permitida somente com estudos prévios de comportamento morfodinâmico da praia, e com aval de órgãos ambientais, para que, o impacto na biota seja minimizado (exemplo: os ninhos de tartarugas marinhas).

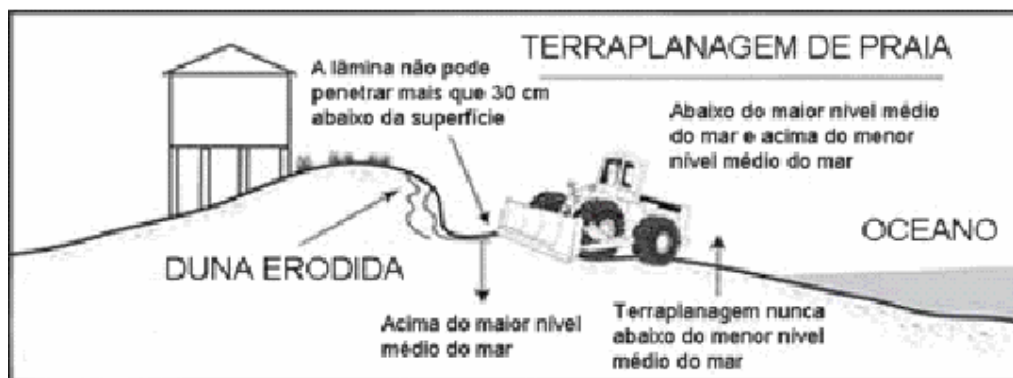


Figura 3.5 - Precauções a serem tomadas em uma operação de terraplanagem de praia. Adaptado de CRC (Coastal Resources Commission)/CAMA (Coastal Area Management Act), 2002.

3.4.3.1 Engordamento artificial de praia (*beach nourishment*)

Progressivamente o engordamento de praia, uma solução de engenharia “macia”, tem se tornado muito popular como uma solução para problemas de erosão de praia e é agora usada quase rotineiramente em muitas linhas de costa do mundo (SWART, 1991).

Em sua mais pura forma, a engorda envolve a colocação artificial de areia em praias com a expectativa da formação de um pacote de sedimento extra. O procedimento possui distintas

vantagens como uma estética preferencial em relação a várias estruturas de engenharia e promove uma praia para recreação bem como alguma proteção à erosão da linha de costa (KELLER, 1992).

De acordo com Gravens *et al.* (2001), o engordamento de praia consiste então, em promover a construção de alguma região praial, como berma, duna, berma submarino, estabilização de dunas (cercando o sedimento), preencher áreas erodidas por obras de engenharia (como espigões, Figura 3.6); com sedimento não proveniente da própria praia, geralmente dragado da região submarina da plataforma continental adjacente.

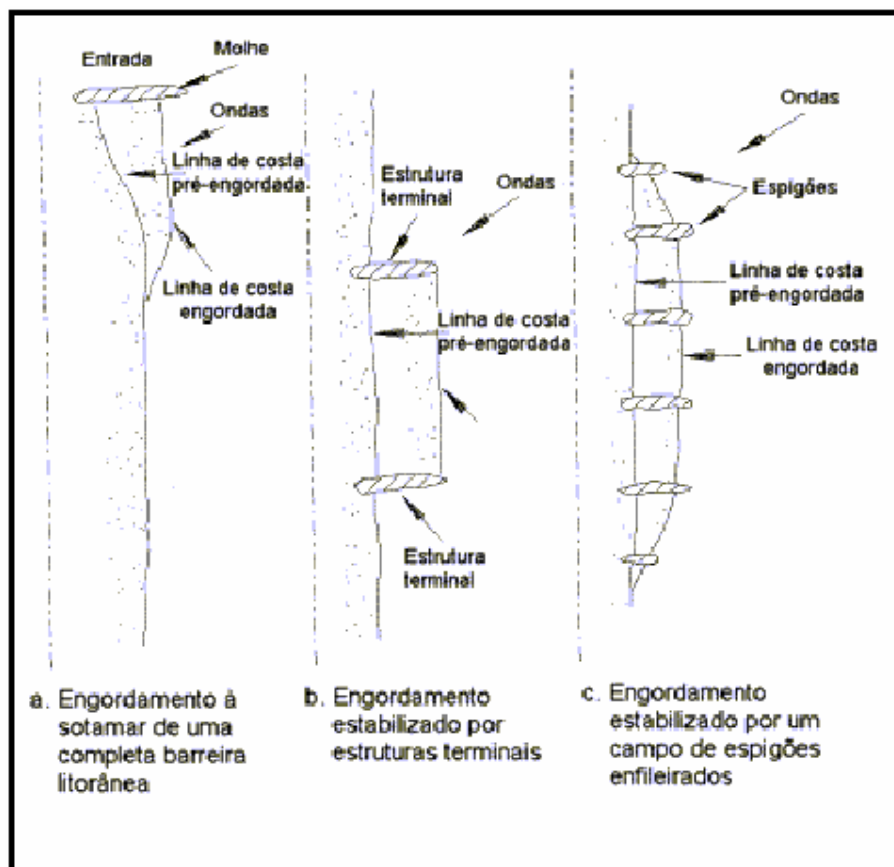


Figura 3.6 – Uso de espigões para auxiliar projetos de engordamento de praia. Adaptado de GRAVENS *et al.* (2001).

Browder & Dean (2000) reportaram que o engordamento de praia é atualmente a alternativa preferida para a estabilização da linha de costa em áreas que sofrem um déficit de areia devido tanto às causas naturais quanto a causas antrópicas. Os projetos de monitoramento de engorda de praia em todos os tipos de ambiente provêm incontáveis dados de informações para uma futura predição da praia engordada. Ao fim de oito anos de dados de monitoramento obtidos de 1989 – 1991 do projeto de engorda da Praia de Perdido Key – Flórida (EUA) obtiveram-se detalhes sobre a performance de projeto de engorda adjacentes para entradas de maré.

A comparação da performance do projeto de engorda com simples modelos analíticos incentivando resultados, valida o uso de métodos simples de predição como o desígnio de ferramentas primárias.

Algumas das vantagens associadas ao engordamento de praia incluem:

- 1) Uma praia recreativa mais larga;
- 2) Proteção para estruturas da linha de costa;
- 3) Possível uso benéfico do material dragado das fontes próximas;
- 4) A habilidade para trocar a outros métodos de administração de praia no futuro (já que o desenvolvimento do litoral não impede isto) (NRC, 1995 *apud* GREENE, 2002).

O engordamento de praia pode proteger também plantas ameaçadas na área de duna, e restabelecer hábitat para tartarugas marinhas, aves marinhas, e outros organismos de passagem ou de vida permanente na praia (LeBUFF e HAVERFIELD, 1990; MELVIN *et al.*, 1991; SPADONE, 1991; *apud* GREENE, 2002).

3.4.3.1.1 Projetos de engordamento artificial

Três parâmetros geotécnicos são cruciais nos projetos de engordamento de praia: tamanho médio do grão; percentagem de lama; percentagem de material grosso. Estes parâmetros são de interesse particular nos projetos de engordamento de praia porque eles afetam a performance do preenchimento de sedimento.

O tamanho médio do grão é importante porque ele afeta o equilíbrio e a inclinação da praia (BASCOM, 1951; DEAN, 1977). A percentagem de lama deve ser mantida mais baixa possível. Altas frações de lama e até de areia fina são indesejáveis, pois, estas são instáveis e irão ser lavadas, reduzindo o volume líquido de material colocado na praia. Isto também pode aumentar o nível de turbidez local, reduzindo taxas de fotossíntese, ou causando impactos adversos nas comunidades de organismos bentônicos. Geralmente o conteúdo dessas frações deve permanecer abaixo de 10% em projetos de engordamento de praia. Em contrapartida, o percentual de material grosso é um fator controlador da erodibilidade do engordamento (JAMES, 1975; *apud* KANA & MOHAN, 1998). Desta maneira é preferível especialmente grãos de tamanho médio, na distribuição do tamanho de grãos do sedimento de engorda, uma baixa percentagem de lama, e, uma porcentagem considerável de material grosso. Estes são critérios essenciais para o sucesso desse tipo de intervenção (KANA & MOHAN, 1998).

Segundo Kana & Mohan (1998), o perfil de estabilidade de engordamento é definido como a habilidade da praia reter o material da engorda na praia emersa, podendo ser influenciado por numerosas variáveis. Isto inclui técnicas de preenchimento, distribuição do tamanho do grão do material de engorda, fatores ambientais tais como: taxas de erosão da praia, morfologia da costa, ondas, correntes, marés, e frequência de tempestades.

Em um estudo realizado em Hunting Island, Carolina do Sul (EUA), Kana & Mohan (1998) após o monitoramento de um projeto de engordamento através de comparações da situação pré e pós-intervenção, concluíram, que os sedimentos do berma tornaram-se sensivelmente grossos afetando o tamanho médio dos grãos e empobrecendo o grau de seleção.

Após o engordamento foi percebida uma zonação: a maioria da fração grossa oriunda do engordamento concentrou-se no berma e na face superior, e a fração fina em direção à face inferior, e assim, ao longo de toda praia. Dois anos após a intervenção, a comparação de perfis e outros detalhes, revelaram uma mudança no volume de areia da praia. Na praia emersa ficaram retidos 70% do material de engorda, enquanto 27% ficaram retidos na parte do perfil submerso. Isto sugere que o uso de material de engorda assimétrico para o lado dos grãos grossos pode oferecer longevidade para uma praia recreacional. No entanto, a inclinação da face praial aumentou, mas não a ponto de afetar a balneabilidade local. A partir desses resultados, Kana & Mohan (1998) citaram três fatores importantes no uso dessa técnica de proteção costeira. Em ordem:

A distribuição do tamanho dos grãos é o controlador fundamental de todo o escarpamento e equilíbrio da praia. Pois o acréscimo de material grosso tende a promover um perfil de estabilidade, enquanto as frações mais finas são lavadas pela hidrodinâmica rapidamente, desta forma diminuindo a longevidade. Os grãos mais finos devem ser mantidos sempre em menor quantidade quando possível.

A técnica de assentamento do material de preenchimento mais comum em um projeto de engordamento é utilizando tubulações. Se a descarga for ao longo do pós-praia, o material mais grosso, particularmente os de menor fração em um depósito de assimetria grossa se assentará próximo ao berma, enquanto os finos irão descer a crista do berma em direção à face da praia com os sucessivos espraiaamentos. Este tipo de preenchimento de material concentra o material grosso onde ele é mais necessário e promove bermas bastante duráveis. Se o ponto de descarga de material é ao longo da zona de espraio, o material grosso terá poucas chances de concentrar-se no berma antes de ser disperso transversalmente e longitudinalmente a praia.

Os *fatores ambientais* incluem a magnitude e inter-relações das seguintes variáveis: taxas de erosão da paisagem, morfologia da linha de costa, ondas, correntes, marés, e frequência de tempestades. Estes fatores produzem respostas específicas do local e são variáveis independentes no design dos engordamentos.

IV – MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos dados

4.1.1 Dados pré-existentes

Foram levantadas informações referentes à Praia de Camburi e suas intervenções nos anos de 1999, 2000, 2001. Os dados de 1999 foram extraídos de PMV (1999), e são referentes ao volume de areia em m³ e análise granulométrica do material que foi retirado da jazida na ocasião do engordamento.

Os dados de análises granulométricas para os anos de 2000 e 2001 foram extraídos das tabelas contidas no relatório técnico de PMV (2001) referentes a um monitoramento realizado por uma empresa de consultoria ambiental na Praia de Camburi. A citada empresa levantava sazonalmente 20 perfis topográficos no intervalo de praia entre os espigões 1 e 3. Juntamente ao trabalho de perfilagens ocorria a coleta de sedimento, nas seguintes feições praias: berma, face superior e máximo recuo. Os trabalhos quadrimestrais da empresa correspondem às datas de outubro de 2000, janeiro, maio e outubro de 2001.

Este trabalho utilizou somente os dados granulométricos da jazida, obtidos em 1999, e da praia, obtidos em outubro de 2000 e 2001. Os dados das campanhas de outubro de 2000 e 2001 ao longo das estações da Praia de Camburi, estavam apresentados nas planilhas em percentagem de peso retido nas diversas frações granulométricas. O primeiro passo foi transformar estes valores de percentagem de peso retido em percentagem de peso retido acumulado para início dos tratamentos estatístico dos dados

4.1.2 Levantamento de campo

No dia 14 de agosto de 2003, durante a baixa-mar de sizígia, foram amostradas 16 estações, que correspondiam aquelas dos dados pré-existentes (2000 e 2001), a identificação do posicionamento das estações foi realizada utilizando-se GPS. Desta forma encontrou-se as coordenadas geográficas correspondentes à marca no calçadão, e a reta perpendicular à praia, que correspondia ao perfil, foi rumada com o uso de uma bússola. A bússola tinha como alinhamento estruturas fixas como postes, prédios, e outros, encontradas a partir das marcas no calçadão. Partindo-se do calçadão em direção ao mar, a coleta de areia ocorreu nas seguintes feições praias: berma, face superior e máximo recuo, ao longo dos 16 perfis amostrados (tabela 4.1).

A campanha em agosto de 2003 objetivou registrar a textura da praia 4 anos após o engordamento artificial. A coleta de sedimento ocorreu paralelamente a um trabalho de levantamento topográfico ao longo da Praia de Camburi.

TABELA 4.1 – REFERÊNCIAS GEOGRÁFICAS SOBRE AS ESTAÇÕES PRAIAIS AMOSTRADAS.

Estação Praia	Ponto de Referência
Distância do Pier de Iemanjá	Coordenadas Geográficas
Ângulo aproximado (rumo)	Localização
#1	Ponto de Referência: Cerca de 100m após o Pier de Iemanjá
100 m	Coordenadas geográficas: K= 0365344 M= 7755642
82° NE	Localização: Pracinha de exercícios da areia
#2	Ponto de Referência: Churrascaria Minuano
300 m	Coordenadas geográficas: K= 0365265 M= 7755826
98° NE	Localização: Em frente ao Ed. Orixá (à direita do Minuano)
#3	Ponto de Referência: Bingo Camburi (Antigo Superbowl)
600 m	Coordenadas geográficas: K= 0365224 M= 7756021
106° NE	Localização: Em frente ao Bingo Camburi
#4	Ponto de Referência: Tratoria Toscana (obs: Disk Pizza Paulista)
700 m	Coordenadas geográficas: K= 0365205 M= 7756126
106° SE	Localização: Cerca de 2m da faixa de pedestres
#5	Ponto de Referência: Hotel Avetur
900 m	Coordenadas geográficas: K= 0365227 M= 7756416
123° SE	Localização: Cerca de 20m à direita do Hotel
#6	Ponto de Referência: Depois do Relógio dos 500 anos (retirado)
1400 m	Coordenadas geográficas: K= 0365399 M= 7756776
147° SE	Localização: Em frente ao Ed. Tamoios
#7	Ponto de Referência: Hotel Aruan
1500 m	Coordenadas geográficas: K= 0365444 M= 7756865
135° SE	Localização: Em frente ao Aruan Fitness Center
#8	Ponto de Referência: Cerca de 50m antes dos edifícios SENNA
1700 m	Coordenadas geográficas: K= 0365608 M= 7757119
155° SE	Localização: Em frente ao Ed. Siena
#9	Ponto de Referência: Quiosque Footvoley – nº 16
1900 m	Coordenadas geográficas: K= 0365732 M= 7757273
150° SE	Localização: Ed. Praia Vermelha
#10	Ponto de Referência: Quiosque do Jacaré – nº 18
2100 m	Coordenadas geográficas: K= 0365878 M= 7757413
154° SE	Localização: Em frente ao Quiosque
#11	Ponto de Referência: Quiosque D' Graus
2300 m	Coordenadas geográficas: K= 0366025 M= 7757480
156° SE	Localização: Em frente ao Quiosque
#12	Ponto de Referência: Em frente a Av. Adalberto Simão Nader
2400 m	Coordenadas geográficas: K= 0366105 M= 7757610
166° SE	Localização: Em frente a Av. Adalberto Simão Nader
#13	Ponto de Referência: Quiosque Caravelas II
2920 m	Coordenadas geográficas: K= 0366507 M= 7757929
166° SE	Localização: Quiosque Caravelas II
#14	Ponto de Referência: Antigo Quiosque nº 26

3220 m	Coordenadas geográficas: K= 0366679 M= 7758041
150° SE	Localização: Entre o 2° e 3° poste, após o Quiosque nº 25
#15	P. Ref.: Antes do Quiosque Canoa Quebrada (Antigo Casa de Bamba)
3320 m	Coordenadas geográficas: K= 0366762 M= 7758096
163° SE	Local: Logo após o 2° poste antes do Quiosque Lagoa Azul
#16	Ponto de Referência: Cerca de 50m antes do Pier III (terceiro molhe)
3520 m	Coordenadas geográficas: K= 0367016 M= 7758258
165° SE	Localização: Cerca de 50m antes do Pier III (terceiro molhe)

A figura 4.1 apresenta a posição das estações praias ao longo da Praia de Camburi.

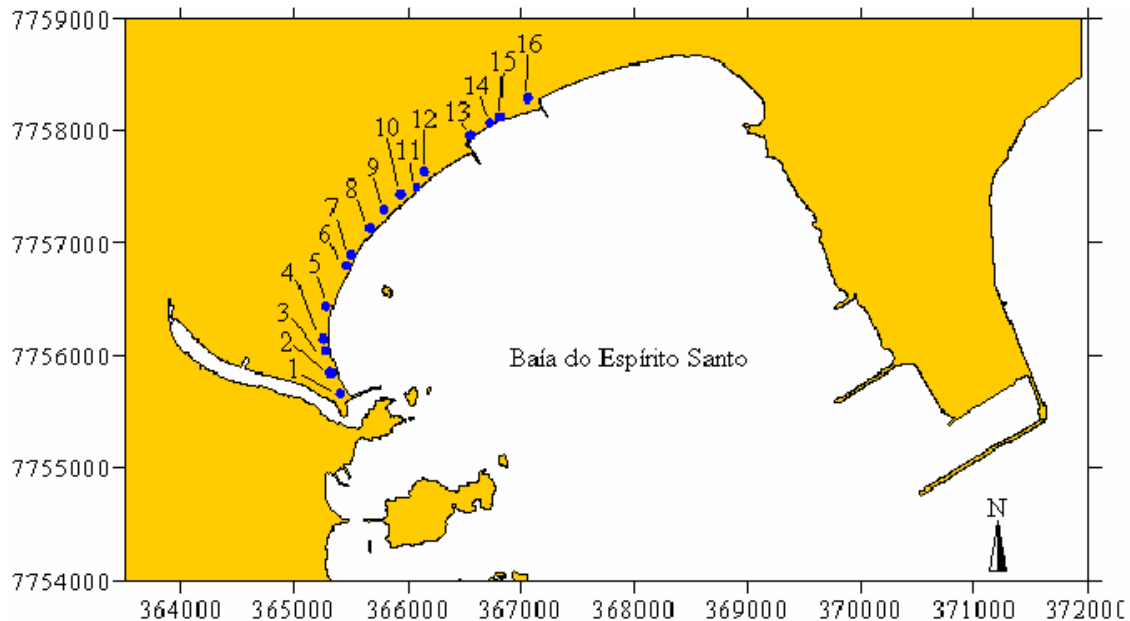


Figura 4.1 – A Praia de Camburi e suas estações praias.

Utilizando-se a mão em forma de concha e introduzindo-a no sedimento, fez-se a remoção das amostras, armazenando-as em sacolas plásticas previamente etiquetadas. As sacolas contendo o sedimento coletado foram levadas ao Laboratório de Sedimentologia – DERN/UFES.

Antes de ser de fato analisado, as amostras precisaram passar por uma prévia preparação (para retirada do sal, homogeneização e separação das quantias de interesse para as análises da amostra), que consistiu em: lavagem, secagem e pesagem.

Na lavagem o sedimento foi despejado em uma bacia na qual se encheu de água. Manualmente, misturou-se o sedimento a água afim de que o sal da amostra fosse dissolvido nesta água. Após agitação, esperou-se a decantação do sedimento, para então escoar a água e adicionar mais água doce à bacia. Tal procedimento foi repetido até que se pudesse supor “não ter” mais sal na amostra (uma das observações feitas que revelam a

presença de sal na água é a formação de espuma na superfície). Depois de retirada do sal, o sedimento foi transferido para um béquero com o auxílio de uma colher, do qual foi retirado o restante de água depois da decantação.

Na secagem o béquero contendo o sedimento foi então colocado em uma estufa e lá mantido a uma temperatura em torno de 100°C (MUEHE, 2001) durante o período de um dia para total secagem da amostra. Ao ser retirado o béquero da estufa, foi coletada uma sub-amostra, passando-se o sedimento pelo quarteador de Jones. Neste equipamento a separação é feita por meio de um conjunto de calhas dispostas paralelamente em lados opostos de um recipiente retangular, sendo o material recolhido em cada um dos dois lados do recipiente (MUEHE, 2001). A cada operação a amostra é dividida em metades, repetiu-se o processo até a obtenção da amostra do tamanho desejado. Desta forma, separou-se uma quantia de 50g da amostra para análise granulométrica. O peso da quantia foi verificado em uma balança digital utilizando-se uma precisão até duas casas decimais.

A análise granulométrica no laboratório consistiu na separação de uma dada amostra sedimentológica de acordo com o tamanho dos grãos, para obtenção, por interpretação dos resultados, de informações sobre o sedimento, bem como a hidrodinâmica de seu local de deposição. Tal separação granulométrica pode ser feita por um processo de peneiramento a seco e via úmida/pipetagem, tendo sido utilizado somente o processo de peneiramento a seco, tendo em vista a insignificante representatividade de lama (silte/argila) na amostra.

O peneiramento a seco foi feito com uma amostra de aproximadamente 50g é adequada para uma boa análise (MUEHE, 2001). A amostra foi posta sobre as malhas de abertura maior que 2,00mm (4,00; 3,360 e 2,380mm), onde foi possível fazer um peneiramento manual devido à relativa baixa representatividade em grãos dessas frações de sedimento, com o fim de se ganhar tempo. Abaixo dessas malhas justapostas, foi colocado um fundo, para conter os sedimentos que passaram pela malha de 2,380mm. O material contido neste fundo foi passado, com o auxílio de um pincel pequeno, para a malha de abertura 2,000mm empilhada sobre malhas de diferentes aberturas e um fundo, justapostos. Foram colocados as malhas e o fundo em um rotor elétrico, onde o sedimento foi exposto a 15 minutos de vibração (sugerido por Folk & Ward, 1957). Passado este tempo, o conjunto de 6 malhas (de abertura de 2,000mm até 0,350mm) juntamente com o fundo foram trocados, aonde o sedimento contido no fundo deste primeiro conjunto foi despejado sobre a primeira malha do segundo conjunto de 6 malhas (de abertura de 0,250mm até 0,062mm) mais o fundo, para mais 15 minutos de peneiramento no rotor elétrico (FOLK, 1968). A quantidade de sedimento retida em cada malha foi pesada e registrada em planilhas (anexas a este trabalho). No presente trabalho foi utilizado conceito “phi” (símbolo Φ), introduzido por

Krumbein (1934) que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 (dois) do valor da granulometria expressa em milímetros (ver tabela 4.2).

4.2 Tratamento granulométrico estatístico

A partir dos dados dos pesos retidos das planilhas dos dados pretéritos obtidos em campo e dos percentagem de peso retido acumulado, deu-se início a obtenção dos parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica. Lançaram-se os percentuais do peso retido acumulado em um gráfico de probabilidade aritmética e traçando-se uma curva passando por estes pontos. A partir da curva obtém-se, no eixo das abscissas, os valores em phi correspondentes aos seguintes percentis, lidos no eixo das ordenadas:

TABELA 4.2 – PERCENTIS E SEUS RESPECTIVOS VALORES EM PHI.

Percentil	Φ
5	-1,14
16	-0,75
25	-0,53
50	-0,13
75	0,13
84	0,23
95	0,42

FONTE: MUEHE (2001).

Foram tomados da curva os valores de phi para os percentis de 5, 16, 25, 50, 75, 84 e 95. Por meio desses valores de phi calculou-se (em phi) os parâmetros estatísticos por meio do programa computacional Microsoft Advanced Basic (BASICA). Os parâmetros estatísticos utilizados no seguinte estudo consistiram em diâmetro médio (M_z), o grau de seleção (σ) e a assimetria (S_k).

Para facilitar o estudo da sedimentologia, Folk (1968) adaptou parâmetros estatísticos para o estudo de características de uma amostra sedimentar. Baseadas em conceitos estatísticos, as fórmulas propostas por Folk & Ward (1957) são as mais utilizadas para caracterizar amostras, e por esse motivo essas equações foram empregadas neste trabalho.

Os parâmetros estatísticos obtidos foram os de tendência central, extraídos das fórmulas de Folk & Ward (1957), são eles, a média (M_z), mediana (M_d), e a moda. No presente trabalho foram obtidas também medidas de dispersão como o desvio-padrão (σ) e de normalidade como assimetria (S_k).

4.2.1 Média (diâmetro médio - Mz)

Segundo Silva & Souza (1988), a média é uma das medidas de tendência central. Essas medidas visam nos oferecer um posicionamento de uma seqüência numérica sobre a reta dos números reais. A representação de uma seqüência numérica exclusivamente por uma de suas medidas de tendência central redonda em uma certa perda de informações, na medida em que substituímos a própria série estatística por um único valor representativo. A média, a par de sua utilidade, encerra determinadas insuficiências que, longe de se resolverem fora do âmbito propriamente científico, só admitem ser supridas com recurso a outras considerações técnicas ou não, que prossigam onde ela não alcança, ou revelem aspectos que ela, por sua natureza, não pode revelar.

Na análise granulométrica, a média, cuja posição é obtida por meio de um gráfico de freqüência simples, é a mais afetada pela posição das caudas da curva. A maior sensibilidade da média às variações na configuração da curva granulométrica, torna-a um parâmetro adequado para o estudo de processos.

Fórmula do diâmetro médio
$$Mz = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

TABELA 4.3 – INTERVALOS DE CLASSES ESTABELECIDOS POR WENTWORTH (1922).

CLASSIFICAÇÃO	Phi (Φ)	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,0625
Silte	4 a 8	0,0625 a 0,0039
Argila	>8	<0,0039

FONTE: WENTWORTH (1922).

4.2.2 Mediana (Md)

É uma medida de tendência central, que, de acordo com Silva & Souza (1988), a mediana é aquele valor que define uma posição, a qual divide uma série estatística exatamente em duas metades quanto o número de observações. O cálculo da mediana pressupõe que os nossos dados estejam ordenados, pois a orientação da série de forma crescente ou decrescente é condição básica para que aquele valor central, a mediana, possa ser estimado. Este valor dividirá a seqüência em dois conjuntos com igual número de observações. Seu conhecimento é importante na interpretação de outros parâmetros.

A mediana se situa entre a moda, isto é, o valor correspondente à maior frequência de ocorrência de um dado tamanho granulométrico. Como em uma distribuição simétrica a posição da moda, da mediana e da média coincidem, a simples análise da posição da média em relação a mediana já nos fornece a idéia se uma distribuição tende mais para o lado das frações grossas (assimetria negativa, valor da média, em phi, menor que o da mediana) ou para o lado das frações finas (assimetria positiva, valor da média, em phi, maior que o da mediana). Ela caracteriza melhor o depósito sedimentar, como um todo, por se situar mais próximo do valor modal.

Fórmula da mediana $Md = \Phi_{50}$

4.2.3 Moda

É outra medida de tendência central, é o valor típico, o valor que ocorre com mais frequência em uma seqüência numérica. É preciso, porém, verificar se a amostra apresenta mais de uma moda. Neste caso, a representatividade das medidas de tendência central fica comprometida.

Este parâmetro não será calculado nesse trabalho, mais é importante ser conhecido para fins de interpretação de outros parâmetros.

4.2.4 Assimetria (Sk)

A assimetria é um parâmetro que serve para indicar o quão está próxima da normalidade uma distribuição (SILVA & SOUZA, 1988). Esta condição de normalidade estatística é simbolizada pela curva de distribuição chamada curva Normal ou de Gauss, e é tal condição um pré-requisito para o uso de diversas outras técnicas estatísticas. Portanto, a assimetria nos informa o quanto está a curva representativa da nossa distribuição deformada em relação à curva normal. A assimetria informa, especificamente, sobre a distribuição das classes quanto à distribuição dos valores máximos das classes, ou seja, o achatamento da distribuição de frequência. A assimetria ainda nos concerne, basicamente, acerca da deformação lateral da nossa distribuição, abordando aspectos relacionados à homogeneidade/heterogeneidade internas da distribuição, que permitem a caracterização matemática da realidade ambiental.

A assimetria descreve se a curva é ou não simétrica, e, sendo assimétrica, para que lado se inclina a cauda mais longa da curva. Numa curva assimétrica positiva, a cauda da curva à direita do valor modal, se estende mais que a localizada à esquerda, dirigindo-se em direção

aos sedimentos mais finos. Isto, na escala phi, se traduz por valores mais elevados. O contrário ocorre na assimetria negativa onde a cauda mais estendida é a do lado esquerdo do valor modal, direcionando-se para as frações grossas do sedimento. Em depósitos residuais, como nos sedimentos de praia, em que as frações mais finas são retiradas pelo refluxo da onda, é comum encontrarmos distribuições assimétricas negativas (MUEHE 2001).

$$\text{Fórmula da assimetria gráfica} \quad SK_i = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50} + \Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2,44(\Phi_{84} - \Phi_{16}) \quad 2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

TABELA 4.4 – CLASSIFICAÇÃO ASSIMÉTRICA SEGUNDO FOLK (1968).

Assimetria gráfica (Sk_i)	Intervalos (phi)
Assimetria muito negativa	-1,0 a -0,3
Assimetria negativa	-0,3 a -0,1
Simétrica	-0,1 a 0,1
Assimetria positiva	0,1 a 0,3
Assimetria muito positiva	0,3 a 1,0

FONTE: FOLK (1968).

4.2.5 Desvio-padrão (grau de seleção - σ)

O desvio-padrão é uma medida de dispersão que consiste em primeiramente tomarmos a somatória do quadrado dos desvios médios, sendo o valor obtido dividido pelo número de observações (SILVA & SOUZA, 1988). Este resultado inicial denomina-se variância, medida de dispersão, que em função de elevarem-se os desvios ao quadrado, apresenta números grandes, de difícil comparação com valores reais de trabalho. É por essa razão que a variância não comporta grande utilidade em si mesma no contexto de descrição estatística, sendo, sobretudo uma etapa na direção do cálculo do desvio-padrão, o qual é obtido extraindo-se a raiz quadrada da variância.

O desvio-padrão descreve a dispersão em relação à média e o resultado disso reflete no selecionamento da amostra (MCLANE, 1995) quanto menor o valor de σ melhor selecionada a amostra, e vice-versa. Os limites utilizados neste trabalho para classificação do selecionamento pelo desvio padrão gráfico, em valores de phi, foram os propostos por Folk (1968), descritos na tabela 4.5.

$$\text{Fórmula do desvio padrão gráfico} \quad \sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6,6}$$

TABELA 4.5 – CLASSIFICAÇÃO DO SELECIONAMENTO SEGUNDO FOLK (1968).

Grau de Seleção (σ)	Intervalos (ϕ)
Muito bem selecionado	< 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem selecionado	0,50 a 0,71
Moderadamente selecionado	0,71 a 1,00
Mal selecionado	1,00 a 2,00
Muito mal selecionado	2,00 a 4,00
Extremamente mal selecionado	> 4,00

FONTE: FOLK (1968).

4.3 Outros tratamentos de dados

4.3.1 Dados de percentagem das frações granulométricas

Os dados pré-existentes apresentados em tabelas do relatório técnico, referentes às análises granulométricas das campanhas de 2000 e 2001, e os dados das coletas de 2003 em prol do presente estudo, foram agrupados em uma mesma planilha do software Microsoft Excel confeccionando-se assim, tabelas e gráficos para diâmetro médio, grau de seleção e assimetria.

Os dados da jazida estavam organizados em tabelas de percentagens retidas nas frações de ϕ . As frações granulométricas foram divididas em classes, grãos grossos (de -2,00 a 1,00 ϕ), médios (1,01 a 2,00 ϕ), finos (2,01 a 4,00 ϕ) e lama (>4,00 ϕ). Os valores em percentagem nas diversas frações de ϕ foram agrupados dentro das suas respectivas classes, e esses valores dentro de cada classe foram somados. O resultado de cada classe foi transformado de percentagem para peso retido. A soma dos pesos retidos resultou em um valor que representava a jazida como um todo, e esse total respectivamente, correspondeu em percentagem a 100% da jazida. Desta forma tornou-se possível estimar o valor em percentagem correspondente a cada classe de grãos, e posteriormente representar graficamente os percentuais de cada classe.

Os pesos retidos nas diversas frações granulométricas nas tabelas de outubro de 2000 e 2001 passaram por um processo similar aos dos dados da jazida como explicado anteriormente. Desta forma, os pesos retidos em cada feição de cada perfil (por exemplo: o Perfil 1, possui amostras de berma, face superior e máximo recuo) foram transformados em percentagem. Verificou-se então, que cada amostra gerou três valores de percentagem, um para cada classe granulométrica, grossos, médios e finos. O mesmo procedimento se aplicou aos dados de 2003.

Quando se obteve todos os dados de parâmetros estatísticos, porcentagem das campanhas, estações e feições, foi possível agrupá-los, tendo como resultados planilhas, que se transformaram em grades para poderem ser reconhecidas pelo programa computacional de mapeamento SURFER 8.02 da Golden Software, Inc. O software gerou os mapas de isolinhas de porcentagens de grãos (em classes) para cada campanha, que representaram as distribuições dos grãos ao longo da praia. Foi gerado um total de 12 mapas texturais da área de estudo. Cada seqüência horizontal de 4 mapas representa uma das três campanhas realizadas e suas respectivas texturas (grãos grossos, médios finos e lama). Também foram gerados quatro mapas de isolinhas para diâmetro médio de grão, onde cada um mapa correspondia a um ano de campanha. Estes mapas foram criados a partir do programa computacional supracitado.

Para realização do cálculo de volume praial foi necessário recorrer às tabelas de perfis topográficos utilizados por Passos (2004), onde continham dados de 16 perfis levantados em 1998 (ano anterior à intervenção) e outros 16 levantados em agosto de 2003 (quatro anos após a intervenção). Desta forma, temos uma situação inicial chamada neste trabalho de “Natural 98” e uma final chamada “Agosto 03”. O raciocínio consistiu em calcular o volume de uma caixa retangular através da fórmula matemática abaixo:

$$V = h . w . L$$

Onde:

h a altura, obtida através da média das cotas médias encontradas em cada perfil;

w é a distância média percorrida por todos os perfis do calçadão ao máximo recuo;

L representa a extensão da praia que abrange as estações.

É importante lembrar que todas as médias foram aritméticas e as medidas em metros.

Neste trabalho o cálculo do volume foi realizado por setores assim definidos:

Setor I: abrange toda extensão entre o 1º e 2º espigão (2.725 metros) compreendendo as estações 1 a 12.

Setor II: abrange toda extensão entre o 2º e 3º espigão (718 metros), incorporando as estações 13 a 16.

Os dados para cada setor foram realizados levando em consideração os perfis contidos em cada um deles. Assim foi possível obter o volume dos setores de Natural 98 e de Agosto 03.

A porcentagem total, e por classes de grãos do material da engorda retido na praia emersa, foi estimada através da soma do volume encontrado para Natural 98 com o volume do material da engorda, isto foi possível porque é sabido por razão do engordamento que os setores 1 e 2 receberam 730.000 e 240.000m³ de sedimento respectivamente. O resultado

dessa soma foi considerado como 100% que também seria o volume inicial após a intervenção. Esse valor foi subtraído pelo volume encontrado para Agosto 03, e, o resultado foi transformado em valores percentuais demonstrando a quantidade do volume inicial que não permaneceu na praia. Exemplificando:

$$\begin{array}{l} \text{Volume da praia em Natural 98} \\ + \\ \text{Volume do material da engorda} \end{array} = \text{Volume inicial} = 100\%;$$

Continuando o raciocínio...

$$\text{Volume da praia em Agosto 03} = \text{Volume remanescente da engorda}$$

Assim temos...

$$\text{Volume inicial} - \text{Volume da praia em Agosto 03} = \text{Volume perdido pela praia}$$

Trabalhando em percentagem é possível obter valores para as classes de grãos, conforme supracitado no método, o material da jazida teve suas classes percentuais de grãos (grossos, médios e finos) conhecidas, estes números foram comparados com valores de volume em percentagem para Agosto 03 e desta forma conseguiu-se analisar quais as classes granulométricas (em percentual) que permaneceram ou foram transportadas da praia emersa.

V – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variação volumétrica e percentual das classes granulométricas dos sedimentos da Praia de Camburi

5.1.1 Variação dos percentuais das classes granulométricas e volumes totais

O acompanhamento das diversas classes texturais dos sedimentos da jazida e dos sedimentos da praia ao longo do tempo permitiu a determinação das frações granulométricas que se mantiveram na praia após a adaptação morfotextural, assim como seu volume.

Dos 970.000m³ de areia despejados no engordamento da Praia de Camburi, 730.000m³ foram despejados no Setor 1, e os outros 240.000m³ no Setor 2. Os dados levantados indicaram que a composição do material do descarte era 45,70% de grânulos a areias grossas, 27,33,% de areias médias, 13,16% de areias finas e com 13,81% de lama (Figura 5.1).

Os resultados da campanha de outubro de 2000 indicaram que a distribuição percentual entre as frações foram, 45,35% areias grossas, 38,69% de areias médias, 15,93% de areias finas e 0,03% de lama. Deve-se salientar que as alterações nos teores são relativas já que houve a retirada da fração lama, desta forma houve a manutenção ou acréscimo da fração de areias médias.

Em outubro de 2001 os resultados revelaram o retorno da fração lama com o percentual de 0,11%. As areias grossas estiveram em torno de 42,53%, as areias médias em 34,28%, e as areias finas em 23,08%.

Em agosto de 2003, decorridos 4 anos após o engordamento, observa-se a manutenção das areias grossas com 45,63%, o aumento das areias médias com 34,61% e das areias finas, apresentando 19,76%.

A partir da retirada dos 13,81% da fração lama, as frações que mais se mantiveram foram as areias médias seguido das areias finas. As areias grossas diminuíram percentualmente, considerando que os valores são relativos.

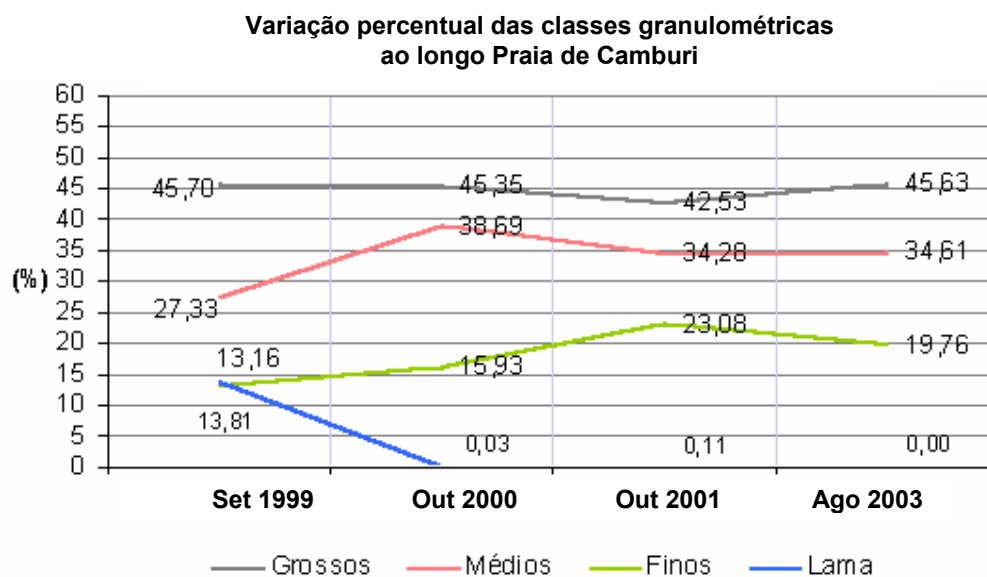


Figura 5.1 – Comparação das percentagens das classes granulométricas ao longo das campanhas realizadas.

A comparação entre os diversos teores percentuais dos Setores I e II indicou um comportamento final semelhante para a fração das areias grossas, com uma perda relativa de seus teores (figura 5.2). Considerando a saída dos 13,81% da fração lama, os valores das demais frações, caso apresentassem comportamento semelhante, teriam um acréscimo relativo em torno de 4,60% cada uma, o que não ocorreu. No Setor I este aumento foi mais aparente nas frações médias e finas, enquanto a fração grossa teve um leve acréscimo em torno de 1,43%. No Setor II, a perda relativa da fração grossa é de 4,58%, contudo, o acréscimo relativo que esta fração ganharia (cerca de 4,60%) com a retirada da lama não foi observado, configurando uma perda mais próxima da real em torno de 9,28%.

A fração de areias finas apresentou um comportamento distinto ao longo do monitoramento nos Setores I e II. No Setor I, as areias finas demonstram manutenção de sua percentagem relativa até a campanha de 2003, quando se percebe sua retirada relativa, enquanto no Setor II, a saída das areias finas ocorre logo após o engordamento em 2000, sendo gradativamente incorporada à praia nas campanhas seguintes.

A análise da variação das classes de grãos ao longo do tempo na Praia de Camburi indicou que a retirada da fração lama se deve principalmente pela sua facilidade de transporte e a grande instabilidade desta fração em projetos de engorda de praia, sendo rapidamente lavada pelas ondas, diminuindo o volume total do material empregado, conforme sugerido por Kana & Mohan (1998).

Por outro lado, a manutenção das frações de areias médias e finas e a retirada de parte das areias grossas demonstram a complexidade dos processos envolvidos, sendo explicados pelos diferentes tipos de transporte que estas frações são submetidas. Komar (1977) e McCave (1979), estudando transporte longitudinal, sugerem que a fração transportada é resultado da energia das ondas e correntes e também do tipo de mobilização e velocidade de queda que os grãos apresentam, estes últimos processos determinados pelas características granulometrias do grão. Se a energia for suficiente para transportar por arrasto os grãos grossos, eles serão transportados com os finos em suspensão. Desta forma permanecem os grãos intermediários, que são submetidos aos outros processos como o espraiamento e trocas transversais. Evans (1939) estudando o comportamento de grãos no movimento da água de espraiamento, sugere que os grãos mais finos por transitarem mais lentamente que os grãos grossos durante o espraiamento permanecem mais tempo na face da praia concentrando-se, enquanto os grossos concentram-se na calha, onde a velocidade é maior, ocorrendo desta forma uma seleção. O autor sugere que processo de segregação de diâmetros de grãos está relacionado com a declividade da praia, Komar (1998) ressalta ainda atuação energética das ondas.

Sendo a Praia de Camburi exposta para SE e sob a atuação de ventos de S-SE a praia se apresenta em condições de maior energia, como sugerem Albino *et al.* (2001). Desta maneira as ondas transportam os grãos grossos e finos, mantendo na praia, por equilíbrio os intermediários, isto é, as areias médias.

Conforme relatado por Melo & Gonzáles (1995) e confirmado por Albino *et al.* (2001) e Araújo *et al.* (2000) o Setor II é submetido a maior energia. Esta seria responsável pela rápida retirada dos grossos e finos. Contudo os finos, conforme verificado por Albino *et al.* (2001), permanecem na zona próxima à praia e devem ser facilmente incorporados a esta nos eventos de trocas transversais, conforme observado na figura (5.2).

A não incorporação da fração grossa pode estar associada a sua natureza. A partir da sobreposição dos mapas faciológico (figura 2.2) e do local da jazida (figura 2.5), verifica-se a composição mista das areias da jazida, sugerindo que os grãos grossos são constituídos de litoclastos e bioclastos, que facilmente são fragmentados quando mobilizados conjuntamente com o quartzo conforme salienta Tanner (1995).

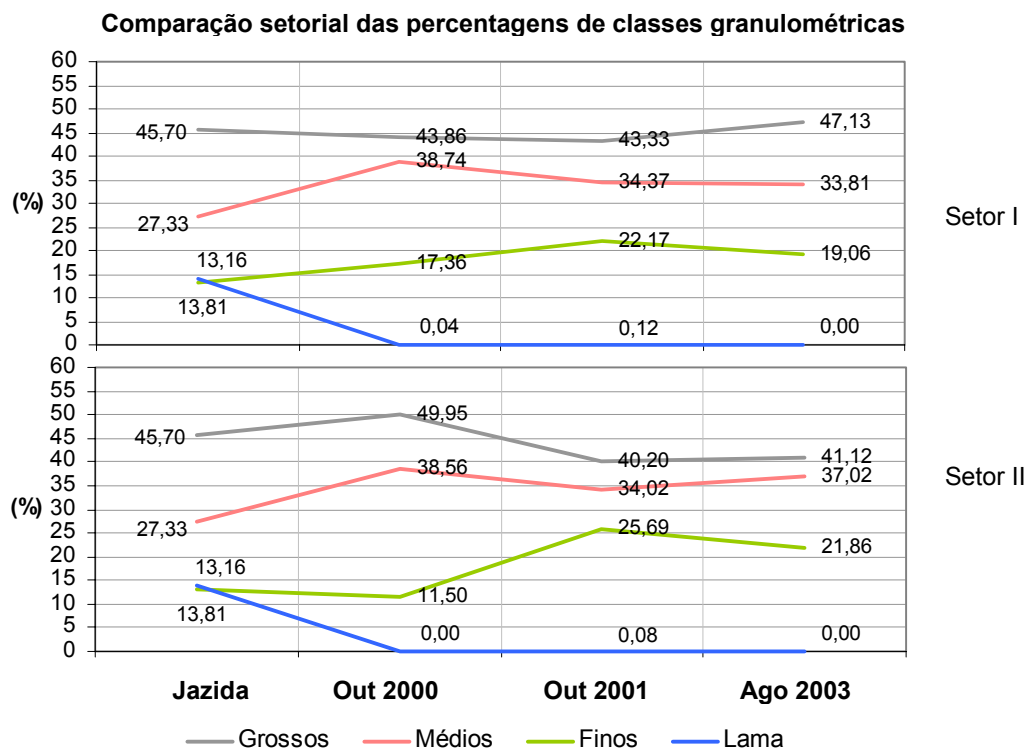


Figura 5.2 - Comparação setorial das percentagens das frações granulométricas ao longo das campanhas realizadas.

O conhecimento do volume de sedimento de cada setor auxiliou a interpretação quantitativa dos dados de percentagem. As tabelas abaixo apresentam o volume da praia por setores para os anos de 1998 (pré-engordamento), 1999 (fim do engordamento) e 2003 (pós engordamento).

TABELA 5.1 – VOLUME DE AREIA CALCULADO PARA AS CONDIÇÕES DA PRAIA EM 1998.

Setores	Altura média	Largura média	Comprimento	Resultado
SETOR I	3,03m	97,92m	2.725m	809.140,49m ³
SETOR II	2,23m	98,63m	718m	158.089,46m ³

TABELA 5.2 – VOLUME DE AREIA APÓS ENGORDAMENTO ARTIFICIAL (AGOSTO 1999).

Setores	Volume do material da engorda	Volume de Natural 98	Resultado
SETOR I	730.000m ³	809.140,49m ³	1.539.140,49m ³
SETOR II	240.000m ³	158.089,46m ³	398.089,46m ³

TABELA 5.3 – VOLUME DE AREIA CALCULADO PARA AS CONDIÇÕES DA PRAIA EM 2003.

Setores	Altura média	Largura média	Comprimento	Resultado
SETOR I	3,61m	115,64m	2725m	1.135.987,62m ³
SETOR II	3,46m	112,76m	718m	279.931,21m ³

A figura 5.3 ilustra os ganhos e perdas de volume da praia no seu processo de adaptação textural.

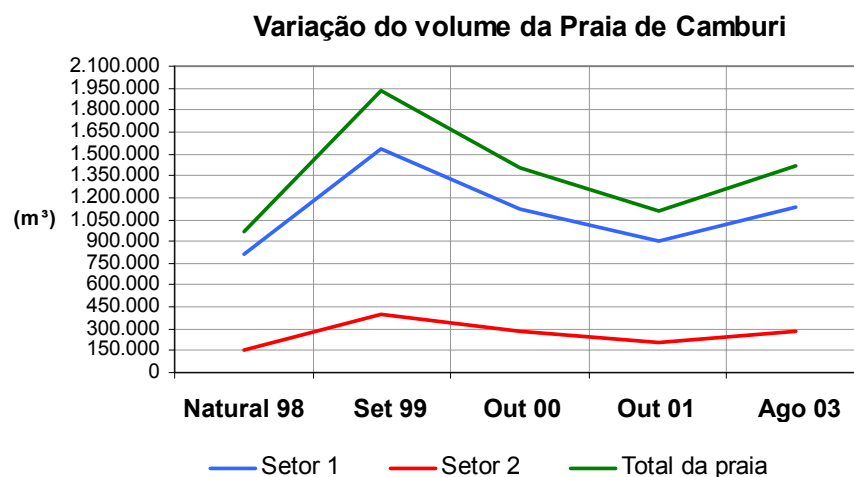


Figura 5.3 – Mudança no volume de areia da Praia de Camburi e de seus setores.

Ao receber o despejo do engordamento artificial a praia aumentou seu volume em 200,22%. Analisando a praia por setores, nota-se que em setembro de 1999 há um incremento de 90,22% no volume do Setor I e um acréscimo de 151,81% no volume do Setor II após a intervenção. Nota-se, portanto que o Setor II foi proporcionalmente o que recebeu maior quantidade de sedimento, devido ao seu estado de avançado de erosão que este setor apresentava, principalmente na porção à sotamar do 2º espigão.

A perda percentual registrada durante esse processo nos Setores I e II até agosto de 2003, foi respectivamente 26,19% e 29,68% do volume de engorda, essa perda do material de engorda está apresentada com maiores detalhes nas tabelas 5.4 e 5.5.

TABELA 5.4 – VARIAÇÃO DO VOLUME DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS NO SETOR I.

Frações	SETOR 1			Perda/Ganho (%)
	Agosto 99 (m³)	Agosto 03 (m³)	Diferença (m³)	
Grossa	703.387,20	535.390,97	-167.996,24	-10,91
Média	420.647,10	384.077,41	-36.569,68	-2,38
Fina	202.550,89	216.519,24	+13.968,35	+0,91
Lama	212.555,30	0,00	-212.555,30	-13,81
Total	1.539.140,49	1.135.987,62	-403.152,87	-26,19

TABELA 5.5 – VARIAÇÃO DO VOLUME DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS NO SETOR II.

Frações	SETOR 2			Perda/Ganho (%)
	Agosto 99 (m³)	Agosto 03 (m³)	Diferença (m³)	
Grossa	181.926,88	115.107,71	-66.819,17	-16,78
Média	108.797,85	103.630,53	-5.167,32	-1,30
Fina	52.388,57	61.192,96	+8.804,39	+2,21
Lama	54.976,15	0,00	-54.976,15	-13,81
Total	398.089,46	279.931,21	-118.158,25	-29,68

Como visto anteriormente a maior perda percentual ocorreu na fração lama, transformando estes valores em volume, a perda de lama do Setor I ($212.550,89\text{m}^3$) é quase equivalente ao total do material da engorda no Setor II (240.000m^3). Outra fração que apresentou perda significativa foi a dos grãos grossos em ambos setores, principalmente no Setor II que apresentou maiores valores, 16,78% contra 10,91% do Setor I. A fração média foi a que obteve menores perdas de volume nos dois setores, e a fração fina em agosto de 2003 registrou um pequeno aumento de volume (tabelas 5.4 e 5.5), já que seu diâmetro tende a permanecer na praia conforme sugerido por Evans (1939) e McCave (1978).

No processo de adaptação, a praia foi gradativamente perdendo volume de sedimento, como visto na figura 5.3 até adquirir seu equilíbrio volumétrico em agosto de 2003. A praia em quatro anos após o engordamento já registrava uma perda de 26,91% do volume adquirido.

A perda volumétrica da praia foi refletida nas diversas frações de grãos. Principalmente nas frações extremas onde se observa a manutenção da fração de areias médias, demonstrando a melhor adaptação à dinâmica da Praia de Camburi a esta granulometria conforme já verificado por Passos (2004). A manutenção do padrão de distribuição percentual das diversas classes granulométricas nas últimas duas campanhas 2001 e 2003 sugere a estabilidade volumétrica da praia nos últimos 3 anos, já que qualquer retirada e/ou incorporação de uma determinada fração causaria alterações nos percentuais relativos. Na estabilidade volumétrica destaca-se, contudo, a contribuição sazonal das areias finas, retiradas da praia emersa e depositadas na antepraia logo após o engordamento como sugeriu Albino *et al.* (2001) e sua gradual incorporação em 2001 e 2003.

5.1.2 Distribuição espacial das diversas classes granulométricas ao longo dos anos

O tratamento dos dados das campanhas permitiu confeccionar mapas representando as variações percentuais das diferentes classes de sedimentos ao longo do tempo. A partir dos mapas pôde-se acompanhar espacialmente a adaptação morfotextural das areias da Praia de Camburi ao longo de 3 campanhas (figura 5.4).

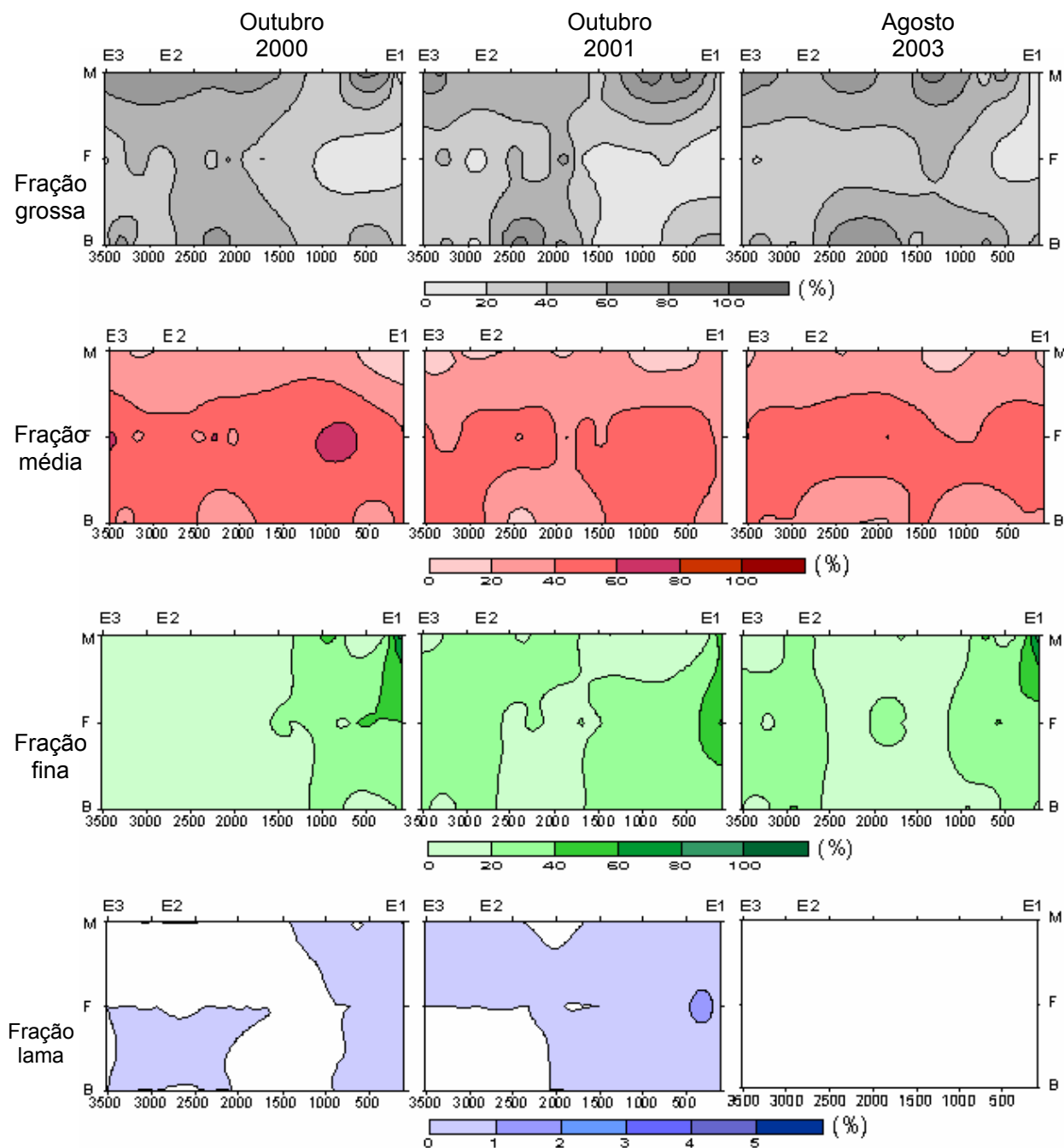


Figura 5.4 – Variação espaço-temporal das classes granulométricas em percentagem. As feições praias berma (B), face superior (F) e máximo recuo (M) encontram-se no eixo vertical. O eixo horizontal inferior de cada mapa representa a distância ao longo da praia. E1 representa a posição primeiro espigão (marco inicial), E2 representa a posição do segundo espigão e E3 do terceiro espigão. O teor percentual de cada fração está representada na paleta de cores.

A análise dos mapas mostrou que teores de lama apresentaram-se inferiores a 2% a partir de 2000, 13 meses depois do término do engordamento artificial. Nesta ocasião a fração

lama já havia sido retirada. A permanência desta fração nos sedimentos do berma deve-se a técnica de engordamento artificial realizado quando o berma foi reconstruído a partir do preenchimento da face praial, denominado de talude da praia no relatório técnico da PMV (1998).

As areias finas apresentaram mais concentradas na porção inicial Setor I, entre 0 e 1500m da praia em 2000. Com os teores alcançando a faixa de 60-80%, na região do máximo recuo das ondas. Nos anos de 2001 e 2003 observa-se que as areias finas foram incorporadas à praia, principalmente no Setor II, a sotamar do segundo espigão. Esta distribuição indica a incorporação das areias finas transportadas longitudinalmente pela deriva e em seguida sua deposição na zona submersa, mais precisamente na antepraia conforme sugerido por Albino *et al.* (2001).

A fração que se apresentou melhor distribuída foi a média, esta concentrou percentuais de 40-60% na face superior e 20-40% da face superior até o máximo recuo, apresentando-se bastante uniforme nestas feições ao longo dos anos.

As areias grossas variaram entre 60 e 80% na zona de máximo recuo e no berma, quando este é alcançado em eventos de maior energia. Na face os valores apresentaram-se predominantemente inferiores a 40%.

Ao analisar os mapas texturais observou-se que a adaptação sedimentar deve ter tido início logo após o despejo, já que os mapas de distribuição textural apresentaram alterações setoriais condizentes com os processos morfodinâmicos da praia. Albino *et al.* (2001) verificaram que as maiores alterações morfotexturais da praia se deram aos primeiros 6 meses após o engordamento. Esta afirmação é confirmada pela manutenção entre os diversos percentuais das classes a partir de 2001, conforme visto nas figuras 5.1 e 5.2.

A forma que os sedimentos responderam aos processos morfodinâmicos da praia podem ser melhor discutida quando se analisa os parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas.

5.2 Variação espaço-temporal dos parâmetros estatísticos granulométricos ao longo da praia de Camburi

A adaptação textural da Praia de Camburi foi registrada a partir da utilização dos parâmetros estatísticos dos dados obtidos nas campanhas. Mapas de diâmetro médio, e gráficos de

grau de seleção, assimetria e diâmetro médio ajudaram a caracterizar a praia ao longo de suas estações e feições.

Conforme foi apresentado, em outubro de 2000 a Praia de Camburi passava por um processo de adaptação quanto às classes granulométricas que permaneceriam na praia após a intervenção. A campanha de outubro de 2001 demonstra a estabilidade percentual e volumétrica da praia, havendo apenas uma melhora na distribuição e selecionamento dos grãos pelos processos praias. A partir desse momento a situação da praia em agosto de 2003 reflete na distribuição granulométrica de suas areias apresentando diâmetro médio entre 1 e 2 phi.

De acordo com os limites estabelecidos por Folk (1968) para diâmetro médio (M_z), contidos na Tabela 4.3, os resultados indicaram que as areias da Praia de Camburi em 2000 confirmam o predomínio das areias grossas e médias, sem zonação preferencial de alguma fração.

De acordo com os limites propostos por Folk (1968) na Tabela 4.5, a Praia de Camburi em 2000 apresentou pobre selecionamento nas areias do berma, bastante semelhante ao material da engorda, conforme o relatório técnico de 1999 da PMV. A face da praia apresentou grau de seleção moderado em alguns trechos da praia, indicando uma tendência de seleção entre 700 e 1.700m. No máximo recuo o grau de seleção dos grãos foi muito pontual a exemplo da face, apresentando um bom selecionamento dos grãos entre 600 e 1.700m.

Mesmo a praia passando por período adaptativo, ela demonstra trechos de sua extensão onde a adaptação se encontra mais avançada, selecionando os grãos de acordo com observações de Komar (1977) e Evans (1939), transversalmente, pela ação de ondas.

Ao analisar os resultados para assimetria a partir dos limites da Tabela 4.4 propostos por Folk (1968), verificou-se que a praia pode estar atravessando uma fase de adaptação, e ainda ter sedimentos com pobre grau de seleção. Ao longo da praia houve trechos com assimetria para o lado dos grossos correspondendo ao afinamento do diâmetro médio, e outros com assimetria para o lado dos finos correspondendo ao engrossamento do diâmetro médio. Esta situação fica evidente na figura 5.6 na distribuição da face praias nos 700, 2.100, 2.920 e 3.220m da praia.

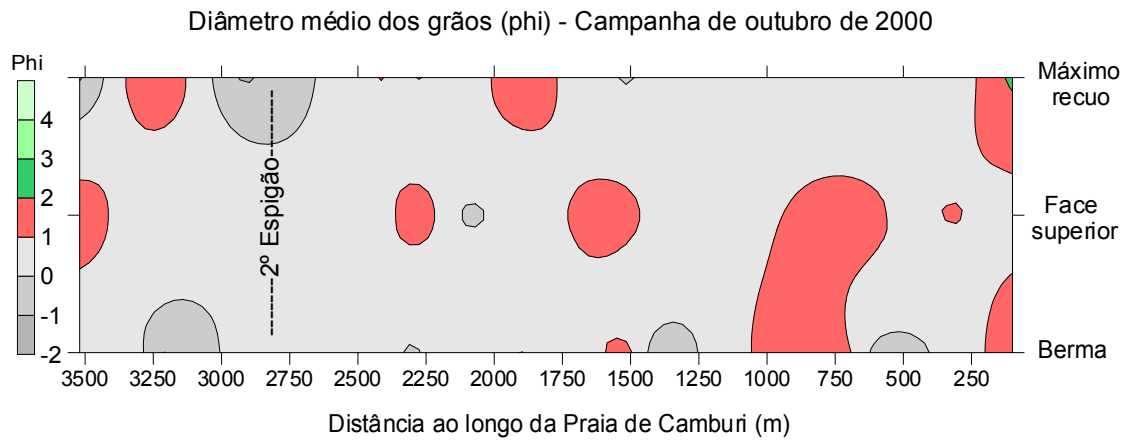


Figura 5.5 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em outubro de 2000, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).

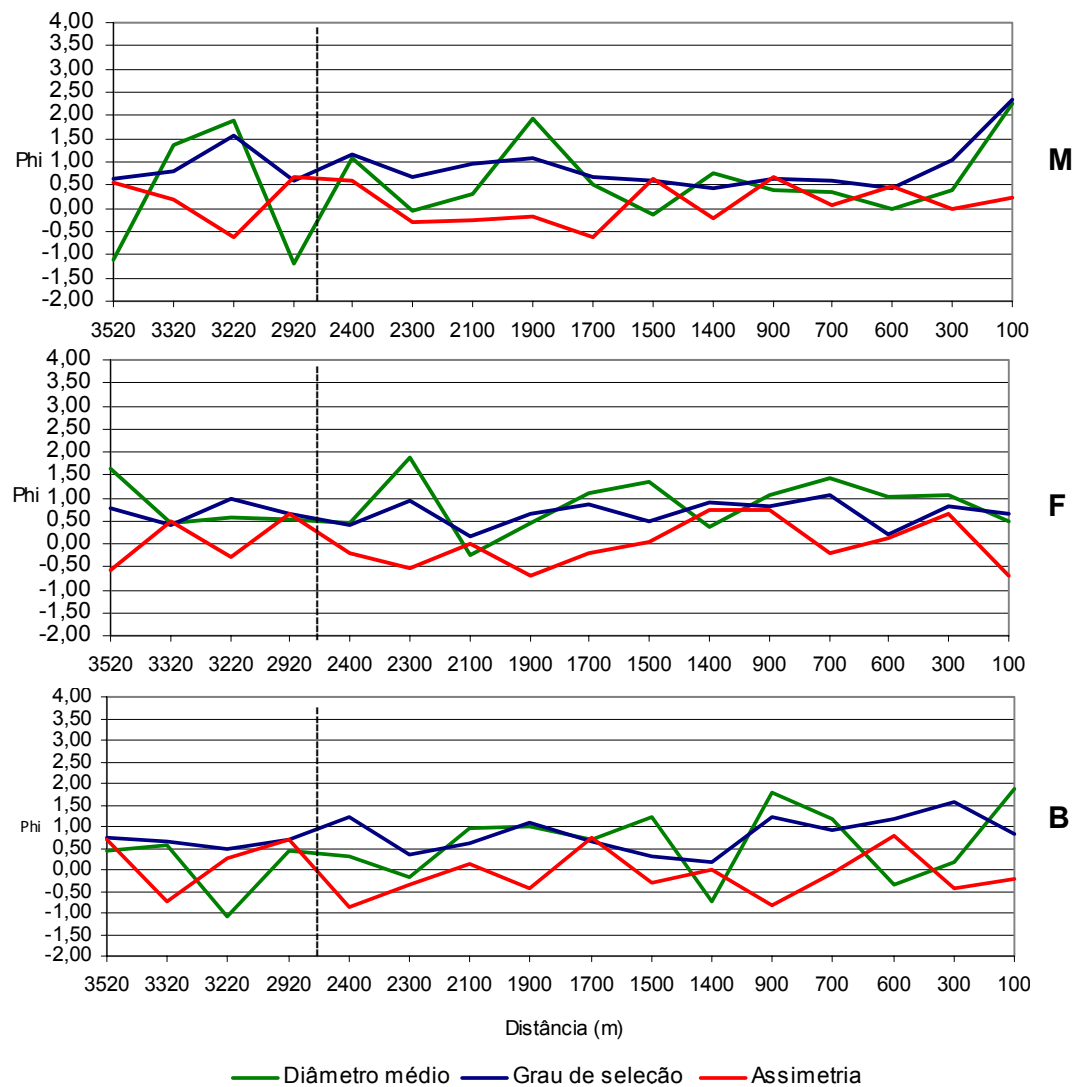


Figura 5.6 - Características das areias da Praia de Camburi em outubro de 2000.
B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.

A partir de outubro de 2001 verificou-se a manutenção das frações que se manteriam na praia até agosto de 2003 de acordo com a figura 5.2. De um modo geral, a praia apresenta o diâmetro médio de areias médias (1 a 2 phi) a grossas (0 a 1 phi) de acordo com Wentworth (1922). A saída da fração grossa é responsável pela predominância desse diâmetro médio.

Percebe-se em 2001 na maioria das estações, a incorporação das areias finas que seria por outro lado responsável pela assimetria positiva que se estende para os valores menores à esquerda da moda e ainda sobre a cauda da curva normal, refletindo na assimetria negativa para o lado dos grossos como sugerido por Muehe (2001).

Os limites propostos por Folk (1968) demonstram que a face praial em quase toda sua extensão apresentou distribuição aproximadamente simétrica principalmente no Setor II (2.920 a 3.520m). Estes resultados sugerem a incorporação da fração fina no Setor II, devido o transporte realizado pela corrente longitudinal do Setor I para o II.

O selecionamento dos grãos melhorou bastante 25 meses após a intervenção, principalmente no berma (de 700 a 3.520m) e na face da praia (de 1.500 a 3.520m), apresentando moderado a bom grau de seleção. Isto se deve ao maior período de exposição do sedimento da praia aos processos dinâmicos de ordem transversal e longitudinal.

O máximo recuo não apresentou uma tendência devido à complexidade dos processos de alteração granulométrica, culminando em diferentes diâmetros médios ao longo das estações, variando estes de grãos grossos a médios, apresentando pobre seleção.

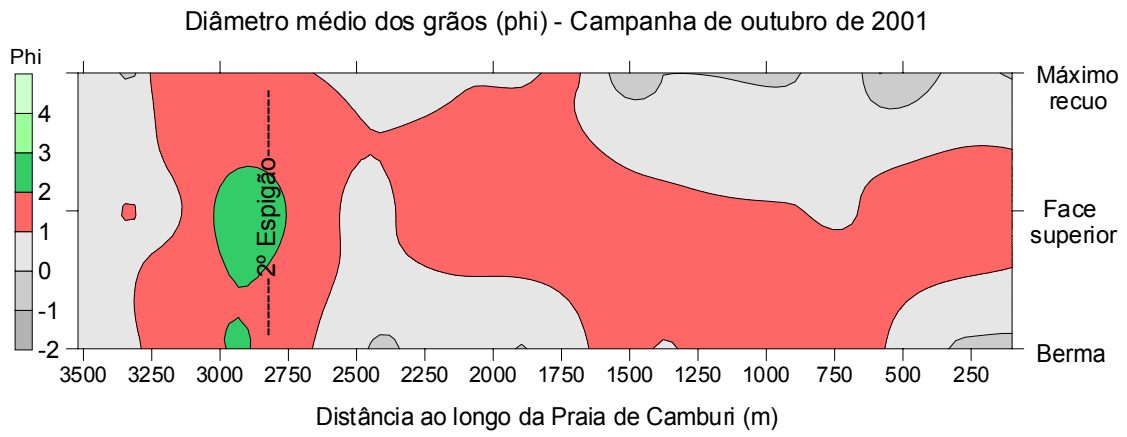


Figura 5.7 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em outubro de 2001, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).

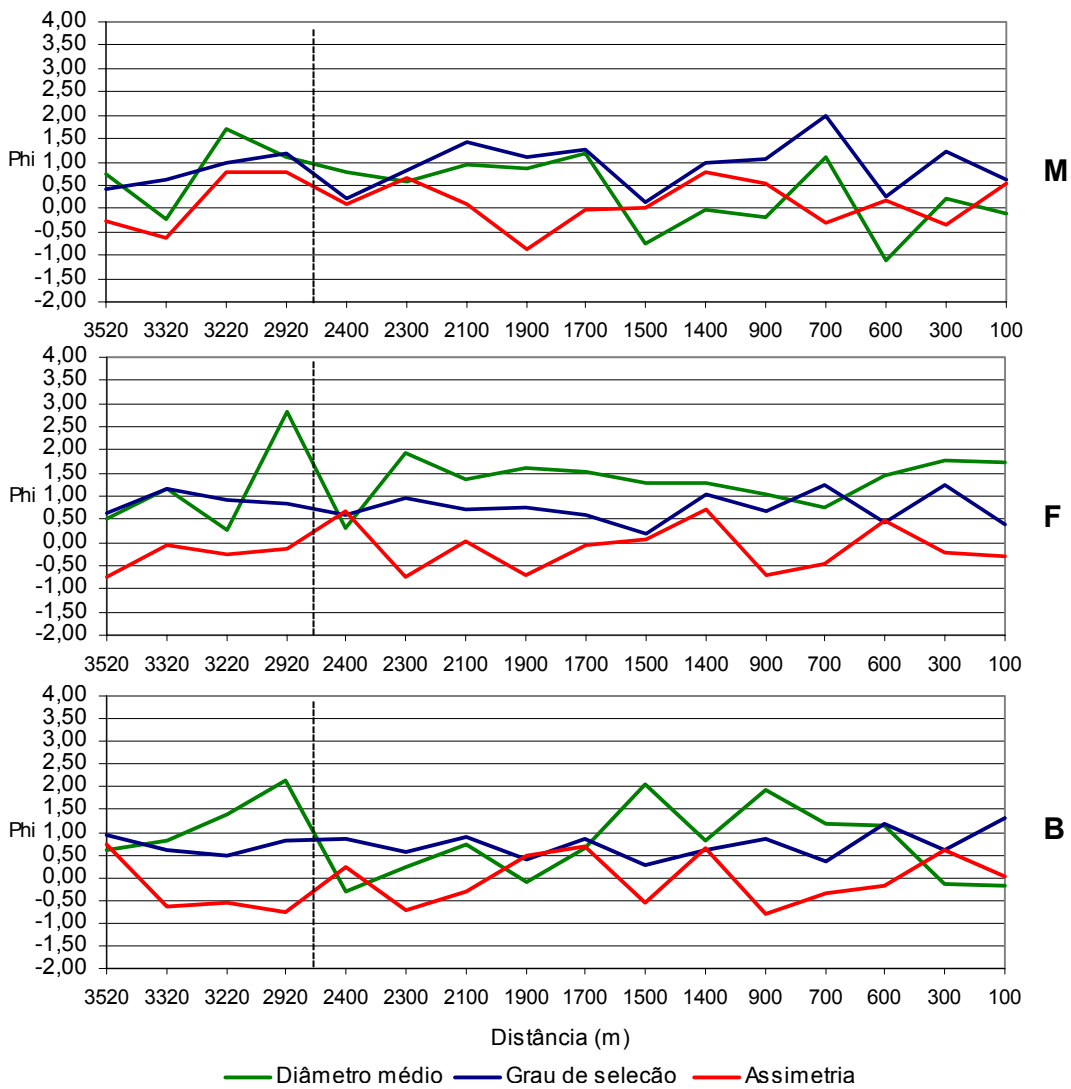


Figura 5.8 - Características das areias da Praia de Camburi em outubro de 2001.
B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.

Na campanha de 2003 as areias da praia apresentaram-se médias, com diâmetro médio variando entre 1 e 1,50 phi, bom grau de seleção e distribuição simétrica, principalmente na face praial. As areias do berma apresentaram-se médias a grossas, contudo com moderado a bom grau de seleção e praticamente simétricas. As areias do máximo recuo apresentaram trechos de areia finas (100 a 300m e ao redor de 700m) e areias grossas (900 a 3.520m), com moderado grau de seleção e distribuição aproximadamente simétrica.

A variação do diâmetro médio ao longo da praia e a manutenção do grau de seleção refletem levemente na assimetria, indicando a estabilidade na distribuição das diversas classes texturais. A semelhança observada entre a textura das areias do berma e da face sugere o predomínio do transporte transversal à praia, em lugar do transporte longitudinal, que teria baixa competência sendo seletivo ao longo da praia, transportando preferencialmente areia fina, e por esse motivo a construção do 2º e 3º espigões mostrou-se ineficiente na contenção da erosão que a Praia de Camburi possuía antes do engordamento artificial, como sugerido por Albino *et al.* (2001) e Albino & Maia (2002).

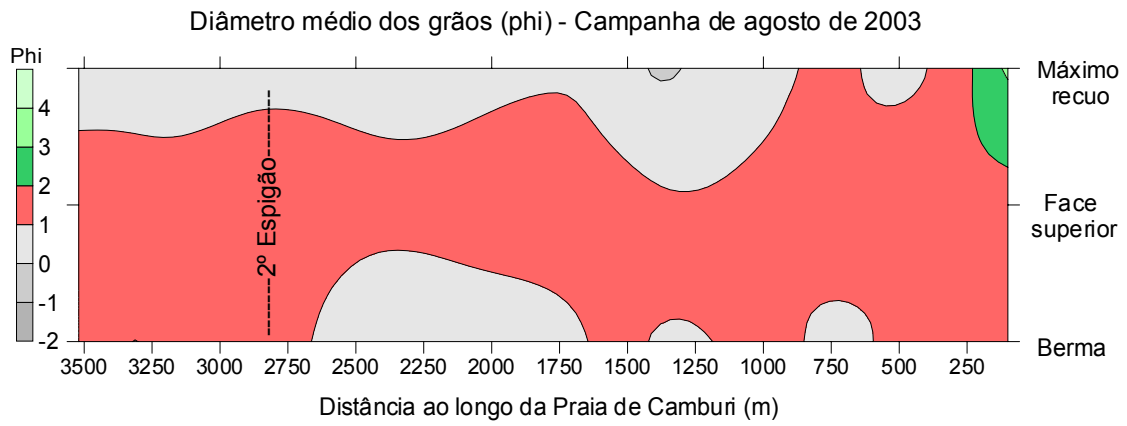


Figura 5.9 – Mapa de distribuição de diâmetros médios de grãos (phi) em agosto de 2003, segundo os limites propostos por Wentworth (1922).

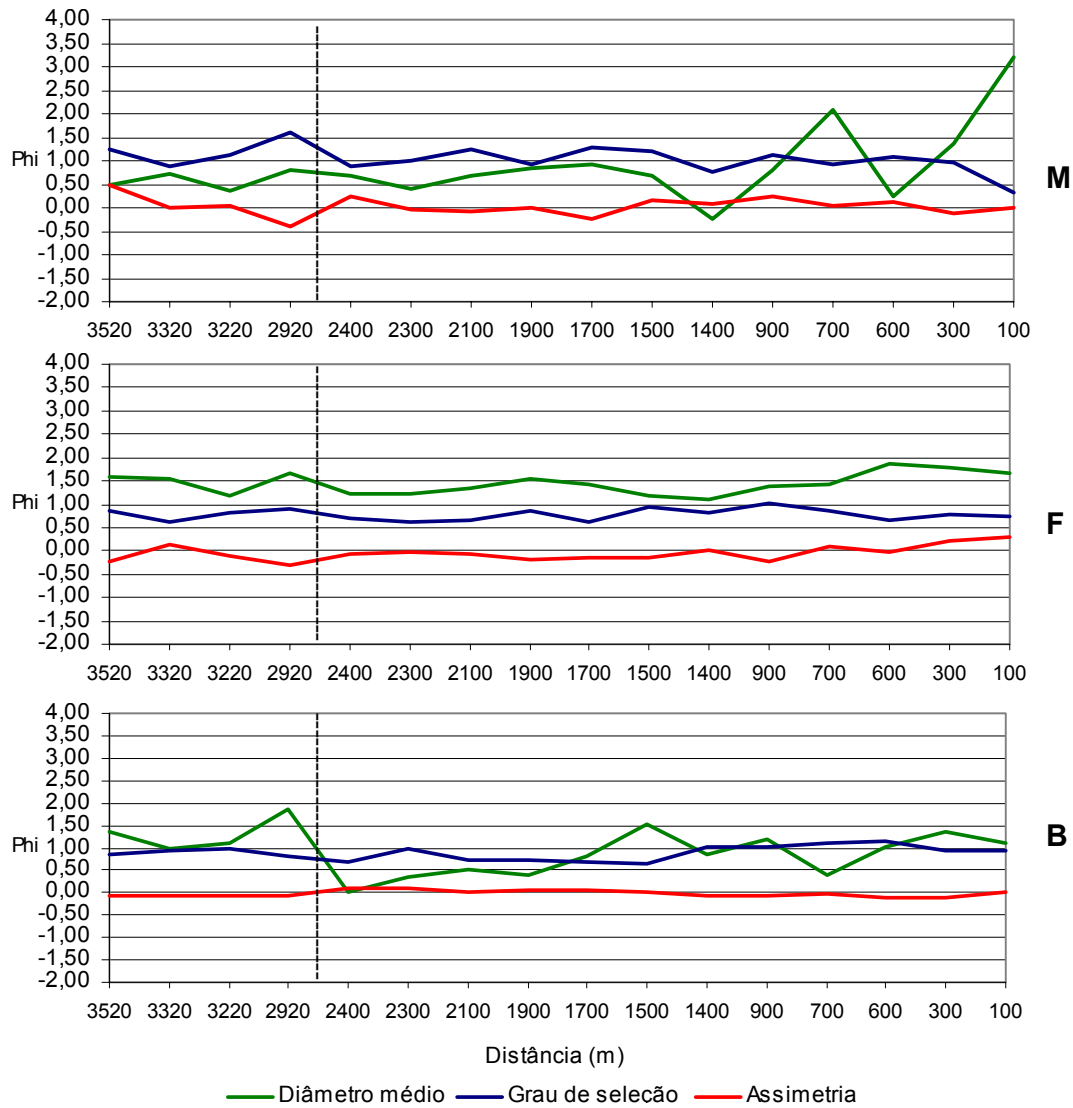


Figura 5.10 - Características das areias da Praia de Camburi em agosto de 2003. B – Berma, F – Face superior, M – Máximo recuo.

Em agosto de 2003, a praia emersa perdeu praticamente toda lama e parte das areias grossas, que era a fração predominante na ocasião do despejo, a distribuição residual mostra a saída dos extremos e o diâmetro médio (Mz) reflete a presença de areias finas e grossas, e a moda em areias médias.

A presença das areias grossas é observada nas distribuições granulométricas das areias do máximo recuo, feição caracterizada pela alta energia e turbulência selecionando os grãos grossos como sugerido por Bascon (1951). As areias finas foram transportadas para antepraia logo após a engorda e gradualmente foram incorporadas a praia emersa pelo transporte transversal.

A presença ou ausência destas diferentes granulometrias responde diretamente as alterações sazonais das condições de onda, que de acordo com Muehe (1993) a configuração da praia vai depender do ganho e/ou perda de areia, no acréscimo de sedimento à praia em tempo bom e retirada de sedimento em tempestades.

A partir da discussão dos resultados das campanhas, pode-se comparar o comportamento do engordamento artificial da Praia de Camburi com os critérios estabelecidos por alguns autores, como por exemplo, Kana & Mohan (1998). O autor ao sugerir a preferência de grãos grossos em projetos de engordamento, com o propósito de promover um perfil de estabilidade praial, não levou em consideração a natureza dos grãos. Pois, um material misto, com clastos quartzosos e carbonáticos, é mais vulnerável à fragmentação pelos processos hidrodinâmicos. Desta forma, deslocando o diâmetro médio do material da engorda para o lado dos finos, até este atingir uma fração granulométrica passível de transporte em suspensão, reduzindo o volume do material da engorda, como foi sugerida para perda de volume da fração grossa no engordamento artificial da Praia de Camburi.

James (1975) *apud* (KANA & MOHAN, 1998) sugere que a fração lama represente <10% do material da engorda, pois segundo o autor, a fração lama é facilmente transportada reduzindo o volume da engorda. Isto foi confirmado na obra realizada na Praia de Camburi onde a fração lama representava 13,81% do material da engorda, 13 meses após a engorda os processos hidrodinâmicos reduziram esse valor para 0,03%, demonstrando uma perda de volume em curto prazo.

Mesmo a técnica de assentamento do material da engorda não condizer com as especificações de Kana & Mohan (1998), o engordamento da Praia de Camburi obteve sucesso, pois, a praia definiu e manteve de um diâmetro médio preferencial, bom grau de seleção e uma distribuição simétrica confirmando a estabilidade da praia.

VI – CONCLUSÃO

A adaptação textural da Praia de Camburi se deu logo após a intervenção, visto que 13 meses após o engordamento artificial, a praia já apresentava perda do sedimento despejado. Notou-se a retirada da fração lama em toda praia, como James (1975) *apud* (KANA & MOHAN, 1998) havia reportado, além retirada da fração grossa no Setor I, fina no Setor II.

Verificou-se que o Setor II é submetido a maior energia, responsável pela rápida retirada dos finos e grossos. Contudo, os grãos finos permanecem na zona próxima à praia e são facilmente incorporados a esta nos eventos de trocas transversais, enquanto os grãos grossos perdem volume pela redução de seu diâmetro médio através da fragmentação e abrasão devido sua natureza mista.

A exposição da Praia de Camburi para SE em condições de ventos de S-SE, faz a praia apresentar condições de maior energia. Desta maneira as ondas transportam os grãos grossos e finos, mantendo por equilíbrio, as areias médias, validando o sugerido por Evans (1939).

A respeito dos processos costeiros, notou-se a baixa competência do transporte longitudinal, mobilizando apenas as frações finas, mostrando que a construção dos espigões foi ineficaz na contenção da erosão. A praia demonstrou a predominância do transporte transversal, tanto na mobilização dos grãos como na seleção dos mesmos.

A manutenção do padrão de distribuição percentual das diversas classes granulométricas nas últimas duas campanhas 2001 e 2003 sugere a estabilidade volumétrica da praia nos últimos 3 anos, já que qualquer retirada e/ou incorporação de uma determinada fração causaria alterações nos percentuais relativos.

Mesmo apresentando uma perda de 26,91% do volume de engorda ao longo das campanhas, a Praia de Camburi definiu e manteve um diâmetro médio, um bom grau de seleção e uma distribuição simétrica, confirmando a estabilidade da praia e o sucesso da obra de engordamento artificial.

VII – REFERÊNCIAS

ALBINO, J. **Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das Praias de Bicanga a Povoação, ES.** Tese de doutoramento. Programa de Pós-graduação em Geologia sedimentar. Instituto de Geociências USP. 1999.

ALBINO, J & OLIVEIRA, R., **Influência das couraças lateríticas da formação Barreiras na topografia e distribuição granulométricas dos perfis praias de Bicanga e Manguihos – ES.** Anais I Simpósio Processos Sedimentares e Problemas Ambientais da Zona Costeira do NE do Brasil. 1995.

ALBINO, J.; OLIVEIRA, R.M.S.; NASCIMENTO, K. A.; ARAÚJO, R. F. **Adaptação Morfológica e variação granulométrica das areias da praia de Camburi, Vitória- ES, após engordamento artificial.** Pesquisa registrada na PRPPG/UFES n. 006/99.

ALBINO, J. & OLIVEIRA, R.M.S. **Monitoramento topográfico e granulométrico das areias da praia de Camburi antes, durante e após o engordamento artificial.** In: *Simpósio sobre Praias Arenosas, Anais de resumos expandidos.* UNIVALI Itajaí – SC. 355-56p. Agosto 2000.

ALBINO^a, Jacqueline; OLIVEIRA, Rosângela; MAIA, Luís Parente; ALENCASTRE, Kleverson. **Processos atuais de sedimentação marinha e praias do litoral de Vitória, ES.** Relatório n. 198.2506/ 2000 FACITEC & Prefeitura Municipal de Vitória. 2001.

ALBINO^b, J; PAIVA, D. S.; MACHADO, G. M. **Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil.** Revista Geografica n° 2, junho, p.63-69, UFES. Vitória 2001.

ALBINO, J. & MAIA, L. P. **Avaliação da eficácia dos espigões na contenção da erosão da praia de Camburi, Vitória –ES.** Anais do Congresso Brasileiro de Geologia - UFPB-FBG. João Pessoa 2002.

ALLEN, J. R. **Field evaluation on beach profile response to wave steepness as predicted by the Dean model.** Coastal Engineering. USA, v. 9, p. 71-80, 1985.

ARAÚJO, R. F. de; ALBINO, J.; OLIVEIRA, R. **Varição Temporal da Granulometria das Areias da Praia De Camburi - Vitória, ES.** In: II SEPES Seminário de Extensão e Pesquisa do Espírito Santo, Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, p. 17, 2000.

BANDEIRA Jr., AN., PETRI, S. & SUGUIO, K. **Projeto Rio Doce**. Rio de Janeiro. Petrobrás/Cenpes. 203p. (Relatório Final). 1975.

BASCOM, W. **The Relationship Between sand size and beach face slope**. Transactions, American Geophysical Union. V. 32. n. 6. December 1951.

BIRD, E. C. F. **Beach Management**. John Wiley & Sons Ltd. 1996.

BITTENCOURT, A. C. S.; BOAS, V. S. G.; AZEVEDO, A. E. G.; FARIAS, F. F., **Taxas de transporte seletivo para diferentes tamanhos de partículas ao longo de uma praia: repercussão no registro sedimentar**. Revista Brasileira de Geociências. Brasil, v. 2, p. 121-126, 1991.

BOWEN, A. J. **Simple models of nearshore sedimentation; beach profiles and longshore bars**. In *The coastline of Canada* (ed. S. McCann), Geological Survey of Canada. p. 1-11, 1980.

BROOME, S. W. **Restoration and management of coastal dune vegetation**. NC State University Department of Biological and Agricultural Engineering. North Carolina Cooperative Extension Service, North Carolina, USA. 2002.

BROWDER, A. E. & DEAN, R. G. **Monitoring and comparison to predictive models of the Perdido Key beach nourishment project**, Coastal Engineering nº 39, p.173 – 191. 2000.

CAPOBIANCO, M.; HANSON, H.; LARSON, M.; STEETZEL, H.; STIVE, M.J.F.; CHATELUS, Y.; AARNINKHOT, S.; KARAMBAS, T. **Nourishment design and evaluation: applicability of model concepts**. Coastal Engineering nº 47, p.113– 135. 2002.

CARTER, R. W. G. **Coastal Environments: An introduction to physical, ecological and cultural systems of coastlines**. Academic Press. 4^a. ed., 1993.

CHAVE, K. E. Carbonate skeletons to limestones: problems. Trans., N.Y. Acad. Sci, Oceanography, vol.7, p.218-223, 1960.

COSTA, B.R. **Expansão urbana da área norte de Vitória**. Espírito Santo. Ed. Cultural, 1989.

CRC/CAMA. **Handbook for Development in Costal North Carolina**. E-Book, 2002. Disponível em (<http://dcm2.enr.state.nc.us/Handbook/contents.htm>), acesso em 21/08/04.

DAVIS, R. A., **Coastal Sedimentary Environments**. 2nd ed. USA: Halliday Lithograph, 1985.

DEAN, R. G., **Equilibrium beach profiles: US Atlantic and Gulf coasts**. Department of Civil Engineering, Ocean Engineering Report, n. 12, University of Delaware, Newark, DE. 1977.

DHN. **Tábuas de Marés**. Terminal de Barra do Riacho. p.36. Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil. Rio de Janeiro, 2004.

ESTEVES, L. S. **Análise de impactos ambientais gerados por obras de engenharia costeira: um método quantitativo**. Fundação Universidade do Rio Grande – Deptº de Geociências. Rio Grande – RS. Anais XI SNO, 1998.

EVANS, O. F. **Sorting and transportation of material in the swash and backwash**. Journal of Sedimentary Petrology. vol 9, nº 1, p. 28-31, 1939.

FERNANDES, V. **Projeto Orla vai dar cara nova a Vitória**. A Gazeta, p.20. Vitória 17/01/1999.

FOLK, R. L. **Petrology of Sedimentary Rocks**. Hemphill Publishing Company, 170p. Austin, Texas – USA, 1968.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters**. Journal of Sedimentary Petrology. USA, v. 27, p. 3-26, 1957.

GOMES, R. C. **Perfil Praial de Equilíbrio da Praia de Meaípe – Espírito Santo**. Monografia de graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 2004.

GRAAFF, J. van de; NIEMEYER, H. D.; OVEREEM, J. van de. **Beach nourishment, philosophy and coastal protection policy**. Coastal Engineering, 16 p. 3-22. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 1991.

GRAVENS, M.; EBERSOLE, B.; WALTON, T.; WISE, R. **Beach Fill Design (Part V)**. EM 1110-2-1100, p.10. 30 Sep. 2001.

GREENE, Karen. **Beach Nourishment: A Review of the Biological and Physical Impacts**. Atlantic States Marine Fisheries Commission 179p. p.10. Habitat Management Series #7. Washington DC. November 2002.

HEDRICK, C. **State, Territory, and Commonwealth Beach Nourishment Programs: A National Overview**. U.S. Department of Commerce – National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) - Office of Ocean & Coastal Resource Management (OCRM) Program Policy Series, Technical Document N°. 00-01. March 2000.

HOEFEL, F. G. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica**. Editora da UNIVALI, p.21-22. Itajaí - SC, 1998.

HOMSI, A. **Wave Climate in some zones of the Brazilian Coast**. Proceedings of the 16th Coastal Engineering Conference. ASCE. Hamburg, Germany 1978.

EMBRAPA. **Brasil visto do espaço**. Imagem de 1998. Disponível em (<http://www.embrapa.gov.br/mapserver>), acesso em 29/08/04.

KANA, T. W. & MOHAN, R. K. **Analysis of nourished profile stability following the fifth Hunting Island SC beach nourishment project**. Coastal Engineering, n33, p117-136. 1998.

KELLER, E. A. **Environmental Geology**. Macmillan Publishing Company. 521 p. 1992.

KENNETT, J. P., **Marine Geology**. USA: Prentice Hall Inc., 1982.

KOMAR, P. D. **Selective longshore transport rates of different grain-size fractions within a beach**. Journal of Sedimentary Petrology. USA. v. 47, p. 1444-1453, 1977.

KOMAR, P. D., **Beaches processes and sedimentation**. 2nd ed. USA: Prentice Hall Inc., 1998.

KRUMBEIN, W.C., **Size preference distribution of sediments**. Journal of Sedimentary Petrology, USA, v. 4, 1934.

MARTIN, L.; SUGUIO, K; FLEXOR, J.M.; ARCHANJO, J.D. **Coastal Quaternary formations of the southern part of the state of Espírito Santo (Brazil)**. Na. Acad. Bras. Cien. 68(3): 389-404. 1996.

MATIAS, A; FERREIRA, O; DIAS, J. A; VILA-CONCEJO, A. **Development of indices for the evaluation of dune recovery techniques**. Coastal Engineering, nº 51 p.261–276. 2004.

MCCAIVE, I. N. **Grain-size trends and transport along beaches: example from eastern England**. Marine Geology. England. v. 28. 1978.

MCLANE, M. **Sedimentology**. Oxford University Press. p.15. New York 1995.

MELLO, E. & GONZALES, J. de A. **Coastal Erosion at Camburi Beach (Vitória, Brazil) and its Possible Relation to Port Works**. Proceedings of the COPEDEC IV International Conference on Coastal and Port Engineering in Development Countries. Vol 1:397-411. September, Rio de Janeiro, RJ. 1995.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. da (orgs) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Ed. Bertrand Brasil. 1993.

MUEHE, D. Geomorfologia Costeira. In: GUERRA A. J. T. & CUNHA, S. B. da (orgs.). **Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4ª ed. 2001.

OLIVEIRA, E. G. **Influência da Ilha de Pitua na dinâmica da Praia de Itapoá, Vila Velha, ES**. Monografia de graduação em geografia. Departamento de Geografia. Universidade Federal do Espírito Santo. 1995.

OLIVEIRA, R. M. S.; CID, E. F.; ALBINO, J. **As prováveis causas e os processos costeiros envolvidos na erosão da Praia de Camburi, Vitória – ES**. Anais do I SEPES, Seminário de Extensão e Pesquisa do Espírito Santo – XVI Seminário Interno de Pesquisa da UFES, em publicação. 1999.

PASSOS, R. C. S. **Variação Morfotextural da Praia de Camburi, Vitória – ES, Após engordamento artificial**. Monografia de graduação em Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Vitória, 2004.

PETHICK, J. **An Introduction to Coastal Geomorphology**. London: Eduard Arnold, 30^a ed. 1998.

PILKEY, O. H.; MORTON, R. W.; LUTERNAUER, J. **The carbonate fraction of beach and dune sands**. *Sedimentology*, vol.8, p.311-327, 1967.

PMV - **Declaração de Impacto Ambiental (DIA): Proteção e recuperação da Praia de Camburi, Vitória-ES**. Relatório Técnico (RT 001/98), vol. I/II. Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória - Espírito Santo, 1998.

PMV - **Análise Granulométrica de Sedimentos da Praia de Camburi**. Relatório Técnico. Julho/Agosto, 112 p. Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória - Espírito Santo, 1999.

PMV - **Monitoramento Topobatimétrico e Granulométrico das Áreas Aterradas**. Relatório Técnico. Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória - Espírito Santo, 2001.

RAM Engenharia Ltda. **Terminais de grãos, fertilizantes e de guza**. *Determinação da agitação residual na bacia portuária através de modelo matemático de refro-difração*. CVRD-SUPOT. 1994.

SHORT, A. D. **Three dimensional beach stage model**. *Journal of Geology*, vol. 87, p.533-571. 1979.

SILVA, J. X. da.; SOUZA, M. J. L. **Análise Ambiental**. Editora UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.1988.

SWART, D.H. **Beach nourishment and particle size effects**. *Coastal Engineering*, nº 16, p.61-81 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 1991.

TANNER, W. F. **Modification of sediment sizes distributions**. *Journal of Sedimentary Petrology*, vol.34, p.156-164, 1995.

THURMAN, H. V. **Introductory Oceanography**. 7^a ed. p.285, Macmillan Publishing Company, USA, 1994.

VAN GENT, M. R. A. & D' ANGREMOND, K. **Dynamically stable structures and their natural response to wave attack**. *Proceedings of the COPEDEC IV International*

Conference on Coastal and Port Engineering in Development Countries. Vol. 2. September, Rio de Janeiro, RJ. 1995.

WELLS, J.T. & J. McNINCH. 1991. **Beach scraping in North Carolina with special reference to its effectiveness during Hurricane Hugo.** Journal of Coastal Research, SI 8 II, 249-261.

WENTWORTH, C.K., **A escale of grade and class terms for clastic sediments.** Journal of Geology. USA, v. 30, 1922.

ANEXOS

ANEXO – A

**PARAMETROS ESTATÍSTICOS
CORRESPONDENTES A CAMPANHA DE OUTUBRO DE 2000**

Estação	Berma				Face Superior				Máximo Recuo			
	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski
1	1,88	1,87	0,83	-0,22	1,08	0,51	0,66	-0,71	1,75	2,26	2,35	0,25
2	1,11	0,17	1,56	-0,43	0,45	1,06	0,80	0,66	0,36	0,38	1,05	-0,03
3	-1,54	-0,34	1,18	0,80	1,61	1,04	0,20	0,10	-0,14	0,00	0,41	0,49
4	1,16	1,15	0,91	-0,07	1,31	1,43	1,08	-0,22	0,27	0,35	0,60	0,07
5	3,03	1,79	1,22	-0,83	0,35	1,07	0,81	0,73	-0,14	0,38	0,63	0,66
6	-0,74	-0,74	0,16	0,00	-0,15	0,38	0,89	0,74	0,76	0,76	0,42	-0,23
7	1,24	1,24	0,30	-0,31	1,29	1,34	0,50	0,02	-0,64	-0,15	0,60	0,64
8	0,91	0,70	0,66	0,72	1,30	1,09	0,85	-0,18	1,01	0,51	0,66	-0,63
9	1,31	1,01	1,07	-0,44	1,03	0,47	0,65	-0,71	2,12	1,91	1,07	-0,16
10	0,83	0,94	0,61	0,12	-0,24	-0,24	0,16	0,00	0,72	0,29	0,94	-0,26
11	-0,64	-0,16	0,34	-0,33	2,57	1,87	0,94	-0,54	0,24	-0,06	0,68	-0,31
12	1,55	0,32	1,21	-0,85	0,43	0,46	0,39	-0,18	0,23	1,10	1,17	0,58
13	-0,15	0,42	0,69	0,69	1,07	0,51	0,65	0,66	-1,68	-1,18	0,59	0,69
14	-1,56	-1,07	0,49	0,24	-0,08	0,57	1,00	-0,27	3,00	1,91	1,56	-0,62
15	1,11	0,55	0,66	-0,72	0,32	0,45	0,41	0,50	1,02	1,37	0,80	0,17
16	-0,15	0,45	0,73	0,71	2,15	1,64	0,76	-0,55	-1,62	-1,11	0,63	0,56

Todos os valores em phi (Φ).

Data da coleta: Out/2000

Md – Mediana

Mz – Média

σ – Grau de Seleção

Ski – Assimetria

Fonte: PMV (2001)

ANEXO – B

**PARAMETROS ESTATÍSTICOS
CORRESPONDENTES A CAMPANHA DE OUTUBRO DE 2001**

Estação	Berma				Face Superior				Máximo Recuo			
	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski
1	-0,69	-0,20	1,30	0,02	1,72	1,72	0,41	-0,28	-0,52	-0,09	0,62	0,52
2	-0,63	-0,16	0,60	0,61	2,07	1,78	1,24	-0,22	0,75	0,23	1,22	-0,35
3	1,40	1,13	1,19	-0,19	1,32	1,44	0,42	0,48	-1,16	-1,11	0,27	0,18
4	1,20	1,20	0,36	-0,36	1,42	0,75	1,24	-0,44	2,06	1,11	1,99	-0,33
5	2,58	1,95	0,87	-0,82	1,61	1,06	0,66	-0,70	-0,69	-0,17	1,07	0,52
6	0,34	0,83	0,61	0,65	0,48	1,29	1,03	0,71	-0,69	-0,01	0,97	0,78
7	2,09	2,05	0,28	-0,56	1,27	1,27	0,18	0,08	-0,75	-0,75	0,12	0,00
8	-0,06	0,64	0,87	0,68	0,35	1,53	0,59	-0,04	1,29	1,18	1,25	-0,04
9	-0,19	-0,10	0,40	0,49	2,01	1,59	0,74	-0,69	2,01	0,87	1,10	-0,86
10	1,11	0,75	0,90	-0,31	0,37	1,37	0,73	0,02	0,96	0,95	1,43	0,09
11	0,65	0,22	0,56	-0,70	2,58	1,92	0,95	-0,76	-0,03	0,59	0,81	0,65
12	-0,52	-0,29	0,84	0,24	-0,18	0,31	0,59	0,66	0,79	0,79	0,20	0,08
13	2,64	2,12	0,82	-0,77	2,78	2,84	0,82	-0,13	-0,05	1,08	1,19	0,76
14	1,70	1,40	0,48	-0,57	0,71	0,28	0,93	-0,26	-0,17	1,70	0,98	0,77
15	1,21	0,82	0,61	-0,62	1,19	1,14	1,17	-0,04	0,17	-0,23	0,61	-0,61
16	-0,11	0,63	0,95	0,75	1,08	0,50	0,65	-0,73	0,75	0,75	0,40	-0,26

Todos os valores em phi (Φ).

Data da coleta: Out/2001

Md – Mediana

Mz – Média

σ – Grau de Seleção

Ski – Assimetria

Fonte: PMV (2001)

ANEXO – C

**PARAMETROS ESTATÍSTICOS
CORRESPONDENTES A CAMPANHA DE AGOSTO DE 2003**

Estação	Berma				Face Superior				Máximo Recuo			
	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski	Md	Mz	σ	Ski
1	1,08	1,10	0,92	0,03	1,49	1,65	0,75	0,31	3,18	3,21	0,33	-0,01
2	1,40	1,35	0,94	-0,09	1,68	1,80	0,76	0,23	1,41	1,35	0,96	-0,12
3	1,09	1,02	1,15	-0,13	1,84	1,85	0,66	-0,02	0,21	0,22	1,07	0,12
4	0,41	0,40	1,12	-0,01	1,37	1,42	0,85	0,09	2,00	2,06	0,93	0,06
5	1,20	1,19	1,04	-0,05	1,52	1,40	1,03	-0,21	0,62	0,81	1,12	0,24
6	0,89	0,85	1,02	-0,05	1,08	1,08	0,81	0,01	-0,23	-0,22	0,77	0,09
7	1,49	1,51	0,64	0,02	1,26	1,18	0,92	-0,15	0,58	0,69	1,18	0,15
8	0,79	0,80	0,69	0,04	1,49	1,44	0,60	-0,17	1,12	0,92	1,28	-0,25
9	0,38	0,40	0,74	0,05	1,64	1,55	0,86	-0,19	0,82	0,84	0,92	0,00
10	0,48	0,52	0,71	0,01	1,35	1,34	0,66	-0,05	0,75	0,67	1,22	-0,07
11	0,30	0,35	0,96	0,09	1,23	1,23	0,63	-0,04	0,42	0,39	0,98	-0,04
12	-0,03	0,01	0,67	0,09	1,25	1,20	0,70	-0,08	0,58	0,66	0,88	0,25
13	1,90	1,86	0,82	-0,09	1,81	1,65	0,89	-0,30	1,30	0,78	1,61	-0,41
14	1,12	1,09	0,96	-0,07	1,23	1,19	0,82	-0,11	0,31	0,35	1,11	0,05
15	1,02	0,98	0,93	-0,06	1,50	1,54	0,60	0,14	0,72	0,71	0,89	-0,02
16	1,41	1,36	0,85	-0,08	1,71	1,58	0,87	-0,21	-0,05	0,47	1,22	0,49

Todos os valores em phi (Φ).

Data da coleta: 14/08/2003

Md – Mediana

Mz – Média

σ – Grau de Seleção

Ski – Assimetria