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

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI

PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO DA PRAIA DE CAMBURI. VITÓRIA – ES.

VITÓRIA
2005

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI

PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO DA PRAIA DE CAMBURI. VITÓRIA – ES.

Monografia de conclusão de curso, apresentada ao Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profª Drª Jacqueline

VITÓRIA
2005

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI

PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO DA PRAIA DE CAMBURI. VITÓRIA – ES.

COMISSÃO EXAMINADORA

_____

Profª . Dra. Jacqueline Albino
Orientadora – DERN/ UFES

_____

Prof. Dr.João Eduardo Addad
Examinador Externo – DEA/UFES

_____

Prof. Dr. Julio Tomás Aquije Chacaltana
Examinador Externo – DEA/UFES

Vitória (ES), _____ de _____ de 2005

“Dedico este trabalho a toda família; em especial a meus pais, minha irmã Vivian e a Lorenza que sempre me deram amor e apoio durante todo o curso de Oceanografia.Sem ”.

AGRADECIMENTOS

À Profª. Dra. Jacqueline Albino que me orientou na elaboração desta obra com paciência, sinceridade e dedicação;

Aos meus colegas da oceanografia que sempre me apoiaram e se preocuparam comigo e meu trabalho;

A todos os amigos que fiz durante a jornada do curso. Especialmente a Renato Correa Gomes, que me orientou na realização da monografia e a Reinaldo Pavan que me ajudou no campo;

A Prof.Dra. Viviane Testa que sempre teve muita paciência comigo, durante todo o curso de oceanografia;

Ao seu Adelino, Evaldo, Adevair e demais funcionários do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, que muitas vezes eram os únicos com bom humor por lá;

E àqueles, que não foram citados, mas de alguma forma contribuíram para o melhor desempenho na elaboração desta obra.

RESUMO

As intervenções na Praia de Camburi, como a construção de espigões e o engordamento artificial, provem da necessidade de conter a erosão desta praia. Uma das formas de se determinar a eficiência das intervenções, sendo avaliado o engordamento neste trabalho, é a realização do monitoramento e determinação do Perfil Praial de Equilíbrio (PPE). Este último estabelece uma relação estreita entre o tamanho dos grãos do sedimento e a morfologia do perfil de praial natural.

Foram levantados quatro perfis naturais, ao longo do arco praial de Camburi - Vitória- ES, e determinados os Perfis Praiais de Equilíbrio de cada um destes. Interpretando a sobreposição dos perfis modelados e respectivos perfis naturais, foram observadas tendências progradantes em todos os perfis.

O diagnostico da praia através do método de perfil praial de equilíbrio (PPE), mostrou-se eficiente. Identificando a estabilidade da praia após o engordamento,e revalidando o sucesso das intervenções, como já sugerido em outros estudos; Albino et al., 2001; Passos, 2004.Demonstrando que o PPE é uma ferramenta útil para Gerenciamento Costeiro na Baia do Espírito Santo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Local da área de estudo, a Praia de Camburi, Vitória, ES 12
Figura 2. 1 –Ocorrência dos ventos no litoral capixaba, em percentagem, em condições normais. 14
Figura 2.2 - Distribuição das freqüências das alturas de ondas significativas, e abaixo distribuição das freqüências dos períodos nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, ES..... 15
Figura 2. 3 – Mapa Batimétrico da Baía do Espírito Santo e respectiva plataforma continental interna 16
Figura 2.4 – Mapa faciológico da Baía do Espírito Santo..... 17
Figura 3. 1- Terminologia do perfil de praia e zona submersa adjacente. 21
Figura 3.2.1 – Variação do parâmetro A em relação ao diâmetro médio do sedimento..... 29
Figura 3. 2. 3– Perfil em equilíbrio apesar da diferença na altura. 32
Figura 4. 1-Tabela de valores de A propostos de acordo com o tamanho de grão,..... 37
segundo Dean (1987 apud DEAN, 2002)..... 37
Figura 4.2 – Velocidade de decantação (cm/s) em função do diâmetro médio (fi). 37
Figura 4. 3-Quadro de cronometria utilizado na pipetagem. 42
Figura 4. 4 – Classificação granulométrica para diferentes valores , em fi e mm. 42
Figura 5.1- Distribuição dos perfis transversais P1, P2, P3 e P4 na praia de Camburi. Fonte :Albino et al., 2001 (adaptado)..... 45
Figura 5.2- Perfil limitado pela profundidade de fechamento. O limite inferior do perfil é a profundidade de fechamento de 6,58 m estimada pela aplicação da equação de Hallermeier (1981), cujo valor médio para onda significativa de 1,20 m e desvio padrão de 0,38. 46
Figura 5.3- Variação do diâmetro médio dos grãos ao longo dos perfis..... 49
Figura 5.4- Relação entre o perfil natural e diâmetro médio sedimentar. 53
Figura 5.5- Foto da praia de Camburi com localização estimada do perfil 2..... 54
Figura 5.6- Sobreposição dos perfis naturais da praia medidos em agosto de 2004 e perfil modelado, baseando-se no método de perfil praial de equilíbrio proposto por Dean (1977)..... 58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 9
1.1. OBJETIVOS 11
1.1.1. OBJETIVO GERAL 11
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
2. ÁREA DE ESTUDO 12
2.1. LOCALIZAÇÃO 12
2.2. ASPECTOS FÍSICOS 13
2.2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA 13
2.2.2. CLIMA E OCEANOGRAFIA 13
2.2.2.1. VENTOS 13
2.2.2.2. ONDAS 14
2.2.2.3. MARÉ 16
2.2.3. GEOMORFOLOGIA 16
2.3. HISTÓRICO DO USO E OCUPAÇÃO 18
3. SISTEMA PRAIAL 20
3.1. DEFINIÇÃO E TERMINOLOGIA DE PRAIA 20
3.2. MORFODINÂMICA PRAIAL 22
3.2.1. ELEMENTOS ENVOLVIDOS NA MORFODINÂMICA PRAIAL 22
3.2.2. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS 23
3.3. VARIABILIDADE E CONTENÇÃO DA EROSÃO DO SISTEMA PRAIAL 25
3.4. PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO 26
3.4.1. MODELO PROPOSTO POR DEAN (1977) 28
3.4.2. VARIAVEIS DO SISTEMA PRAIAL E SUA INFLUÊNCIA NO MODELO 33
3.4.3. UTILIZAÇÃO DO PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO 34
4. MATERIAIS E MÉTODOS 36
4.1. EQUAÇÕES APLICADAS 36
4.2. OBTENÇÃO DOS DADOS 38
4.2.1. OBTENÇÃO DOS PERFIS TRANSVERSAIS E COLETA DOS SEDIMENTOS. 40
4.2.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA 41

4.3. CONFECÇÃO DOS PERFIS NATURAIS E DOS PPEs 43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
5.1. PERFIS TRANSVERSAIS 45
5.2. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS 49
5.3. RELAÇÃO ENTRE A GRANULOMETRIA E A MORFOLOGIA. 52
5.4. PERFIS PRAIAIS DE EQUILIBRIO E PERFIS NATURAIS DA PRAIA DE CAMBURI... 57
5.5. AVALIAÇÕES DO USO DO PPE PARA VALIDAR A ESTABILIDADE PRAIAL..... 61
6. CONLUSÕES 62
7. REFERÊNCIAS: 63
ANEXO1 68
ANEXO 2 69
ANEXO 3 70

1. INTRODUÇÃO

As zonas costeiras sempre atraíram as pessoas, fato comprovado pelas enormes aglomerações humanas nestas áreas. A ocupação destas ocorreu de forma desordenada, ignorando sua geologia dinâmica .E sua ampla utilização torna sua importância econômica cada vez maior (BIRD, 1996). A erosão costeira é um dos mais relevantes problemas da ocupação das Zonas Costeiras, portanto há um crescente fomento de estudos afim de se estabelecer modelos matemáticos para analisar e quantificar os processos envolvidos na dinâmica costeira.

De acordo com Hamm et al. (2002) a resposta tradicional da engenharia à erosão costeira visa mitigar e, se possível, impedir a erosão por meio de estruturas litorâneas tais como muros de contenção, molhes e quebra-mar (*breakwaters*). A atitude de tentar neutralizar os processos erosivos em vez de entender suas causas e trabalhá-los é chamada atualmente de engenharia dura (*hard engineering)*. Não obstante, a monitoração das mudanças causadas pelas estruturas tem mostrado efeitos ambientais adversos. Além disso, o reconhecimento, no inicio dos anos 90, da necessidade do desenvolvimento sustentável do meio ambiente costeiro conduziu a interesses atuais de desenvolver uma metodologia de engenharia leve (*soft-engineering*). A principal técnica usada neste novo tipo de metodologia é o engordamento praial (ou aterro praial).

A utilização do engordamento praial criou a necessidade de averiguar sua eficiência, que varia com as características oceanográficas locais. Uma das formas de se determinar essa eficiência é a realização do monitoramento do perfil praial. Propiciando uma serie de informações, que permitem o desenvolvimento de modelos matemáticas para descrever uma possível forma de equilíbrio, sendo chamado de Perfil Praial de Equilíbrio (PPE).

O primeiro modelo de PPE foi idealizado inicialmente por Bruun (1954 apud DEAN, 1977) e posteriormente documentado por Dean (1977). O modelo

estabelece uma relação estreita entre o tamanho dos grãos do sedimento e a morfologia do perfil de praia. A aplicação desse método e a comparação com os perfis atuais são realizadas no sentido de interpretar se o perfil apresenta déficit ou excesso de sedimento e, portanto, se o perfil da costa encontra-se em retrogradação ou progradação (DEAN et. al., 1992).

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

Dentro desta região encontra-se, ao norte do município de Vitória (capital do Estado do Espírito Santo), a Praia de Camburi, que é intensamente utilizada para o lazer dos moradores e turistas. Neste contexto essa praia, torna-se cada vez mais importante o que se confirma pelos diversos processos de intervenções antrópicas, que são resultados das tentativas de contenção da erosão iniciada com a construção do Complexo de Tubarão (ALBINO et al., 2001).

Estas intervenções culminaram no engordamento realizado em 1999, da faixa de areia da praia, com areias retiradas na zona submersa adjacente (ALBINO & OLIVEIRA, 2000). Diversos estudos foram realizados; Cepemar, 2000 e 2001; Albino et al., 2001; Passos, 2004; e levantamentos realizados pela Prefeitura Municipal de Vitória , para o monitoramento morfotextural da praia, antes e após seu engordamento, para se avaliar o sucesso de tal intervenção ou para verificar o processo adaptativo da praia.

De acordo com Passos (2004) o engordamento mostrou-se eficiente na contenção do processo erosivo e é recomendável, considerando a granulometria utilizada. E de acordo com Albino et al. (2001) o processo de engordamento na Praia de Camburi obteve sucesso por ter sido acrescido à praia sedimento de granulometria média a grossa.

Considerando a posição de destaque da Praia de Camburi no contexto da cidade, a proposta do presente trabalho de se determinar os PPE através das equações postuladas por Dean (1977) é de extrema relevância, pois torna o problema da erosão costeira mais facilmente diagnosticado e contribui para o gerenciamento de futuros projetos de engordamento.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

Validar a tendência estável ou progradante da praia de Camburi, município de Vitória – ES, após o engordamento artificial e construção de espigões a partir da aplicação do modelo de Perfil Praial de Equilíbrio (PPE) proposto por DEAN (1977).

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir no conhecimento da morfodinâmica da praia de Camburi.
- Avaliar a adaptação morfotextural da praia após a intervenção;
- Identificar as limitações do método escolhido na validação;

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1. LOCALIZAÇÃO

A praia de Camburi integra a Baia do Espírito Santo e consiste em arco praial de aproximadamente 6 Km de extensão (Figura 1.1) localizando-se ao norte do município de Vitória, entre as coordenadas 20º 18’S - 40º 18’W e 20º 14’S - 40º 15’W. Ao norte seu limite é a saliência dos tabuleiros da Formação Barreiras (ao lado do complexo de Porto de Tubarão), e como limite sul o mole artificial (com a estatua de Iemanjá) a foz do Rio da passagem e por fim os afloramentos rochosos do embasamento cristalino, representado pelo Morro do Colégio Sagrado Coração de Maria e ao norte por uma saliência dos tabuleiros(COSTA,1989).

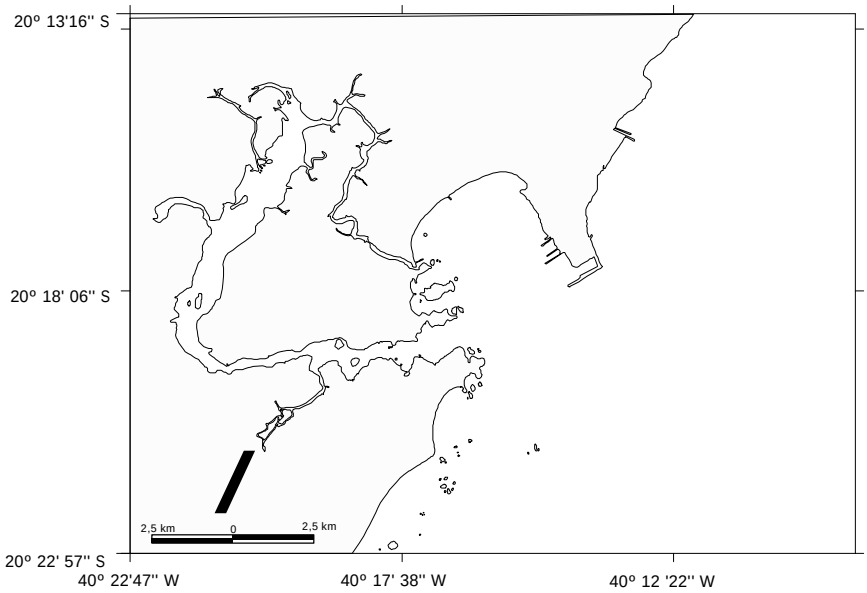


Figura 1.1 – Local da área de estudo, a Praia de Camburi, Vitória, ES
Fonte:Albino et al., 2001. (adaptado)

2.2. ASPECTOS FÍSICOS

2.2.1. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Segundo Martin et al. (1996) o município de Vitória encontra-se situado em um trecho da costa capixaba onde os afloramentos do cristalino alcançam a linha de costa, sendo responsáveis por um litoral recortado, onde são identificados trechos expostos e protegidos das ações diretas das ondas. Os afloramentos laterizados dos sedimentos da Formação Barreiras são encontrados na plataforma continental interna, dissipando a energia das ondas.

Geomorfologicamente, pode-se dividir a região de Vitória na 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., 2001).

2.2.2. CLIMA E OCEANOGRAFIA

2.2.2.1. VENTOS

Tanto os dados levantados pelo Centro Tecnológico de Hidráulica da Universidade de São Paulo (CTH/USP) entre fevereiro de 1972 e janeiro de 1973 (BANDEIRA et al.,1975, apud ALBINO, 1999), quanto os fornecidos pela EMCAPA (1981, apud ALBINO, 1999), demonstram que os ventos de maior freqüência e maior intensidade são os provenientes dos quadrantes NE-E 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.

Dados obtidos pela Estação Meteorológica da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), localizada ao norte da Baía do Espírito Santo, município de Vitória entre 01

de janeiro de 1995 e 30 de julho de 1999 confirmam a predominância de ventos de NE e E (Figura 2.1), sendo estes mais freqüentes entre outubro e março. Entre abril e setembro o território estadual fica sujeito aos ventos provenientes dos quadrantes SW .

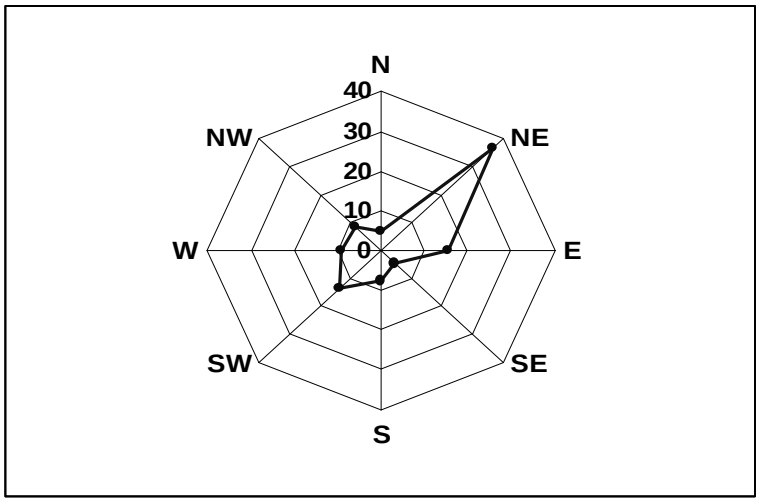


Figura 2. 1 –Ocorrência dos ventos no litoral capixaba, em percentagem, em condições normais.

Fonte:Albino et al., 2004. (adaptado)

2.2.2.2. ONDAS

Dados sobre clima de onda para o litoral brasileiro são escassos e limitados aos levantados nas proximidades de portos por ocasião de suas construções. Na área de estudo, os dados obtidos pelo INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias), entre março de 79 a setembro de 80, nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, foram utilizados pela RAM Engenharia (1994 apud ALBINO, 1999) para a determinação do clima de ondas, conforme Figura 2. 2.

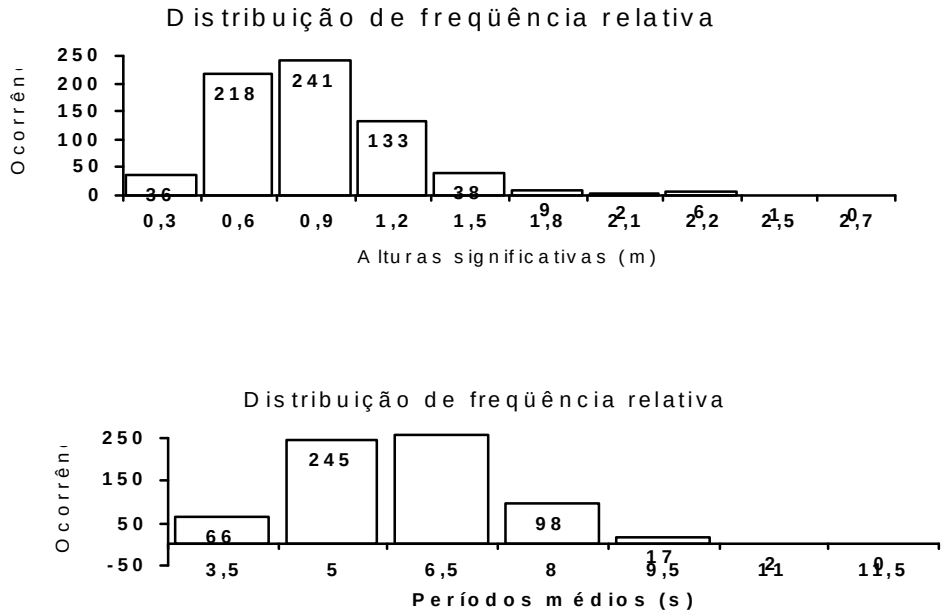


Figura 2.2 - Distribuição das freqüências das alturas de ondas significativas, e abaixo distribuição das freqüências dos períodos nas proximidades do porto de Tubarão, Vitória, ES.

Fonte:Albino ,1999.

A Baía do Espírito Santo, que é voltada para sudeste, permite que as ondas vindas deste quadrante que penetrem com mais facilidade do que as ondas vindas de nordeste. As ondas vindas de nordeste são geralmente de pequena altura (máximo de 94cm), caracterizando baixa quantidade de energia, e pequeno período (máximo de 6s), refratando menos. Já as ondas vindas de sudeste são geralmente ondas com grandes alturas (até 2,0 m) e períodos longos (até 12s), ocasionalmente gerando vários problemas dentro da Baía e do Porto de Tubarão.

A variação na altura das ondas que chegam à praia é devido à presença da Ilha do Socó que ocasiona o fenômeno de difração ao servir de obstáculo à propagação do trem de ondas, gerando na região entre a ilha e a praia uma área de sombreamento (ALBINO et al., 2001).

2.2.2.3. MARÉ

O litoral capixaba tem variação máxima de maré variando entre 1,40 e 1,50m (de acordo com o DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação, 2004), valor característico de litoral submetida micromaré (menor que 2m).

2.2.3. GEOMORFOLOGIA

Segundo Albino et al. (2001) a Baía do Espírito Santo apresenta moderada a baixa declividade, diminuindo a medida em que se aproxima da linha de costa, sendo que as cotas batimétricas da Praia de Camburi longitudinalmente rumo a Ponta de Tubarão decrescem (Figura 2. 3).

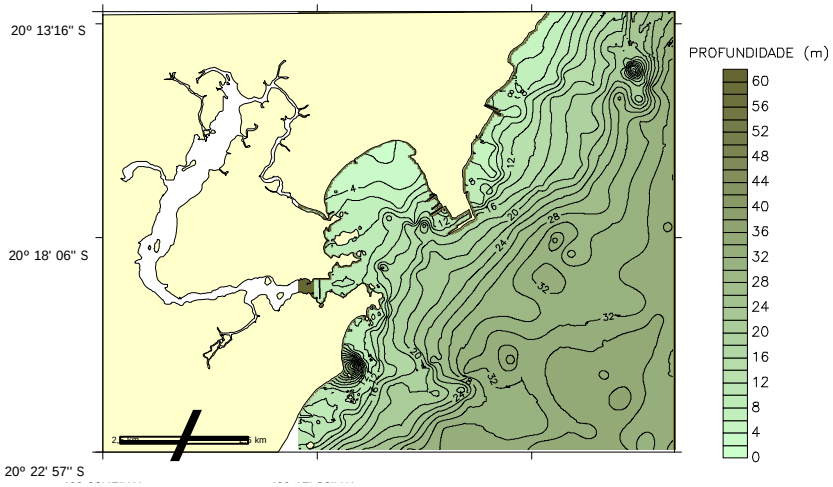


Figura 2. 3 – Mapa Batimétrico da Baía do Espírito Santo e respectiva plataforma continental interna

Fonte: Albino et al., 2001

Segundo Albino et al. (2001) a partir dos dados de composição textural determinou-se 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, grupo predominante após o engordamento

segundo Albino et al. (2001) material misto (tons de verde) e material bioclástico (tons de vermelho) como mostrado na Figura 2. 4.

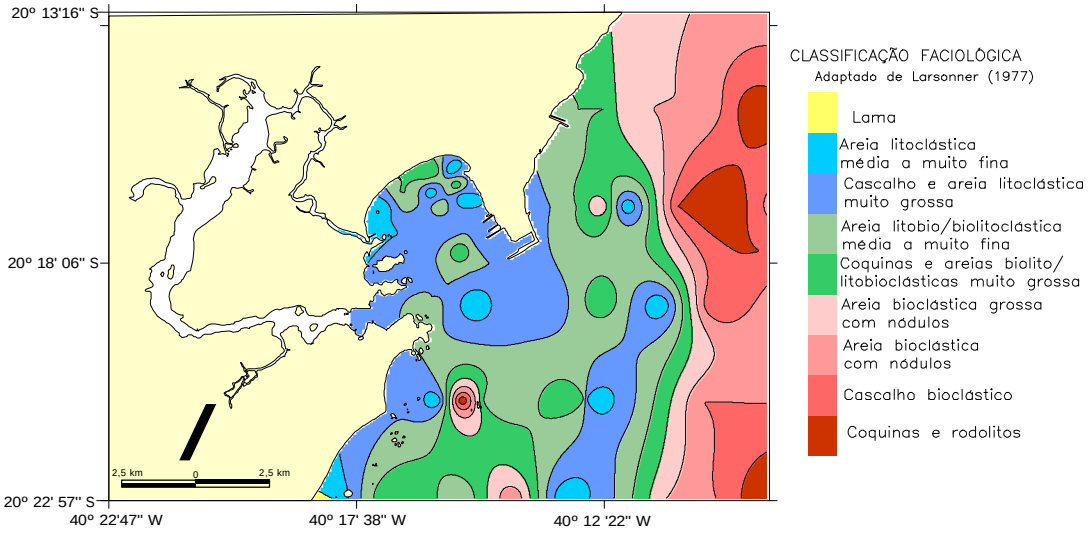


Figura 2.4 – Mapa faciológico da Baía do Espírito Santo

Fonte: Albino et al., 2001

Segundo Albino et al. (2001) a Praia de Camburi é composta por areias muito pobremente selecionadas e aproximadamente selecionada, variando geralmente de médias a grossas. Segundo Albino & Oliveira (2000), a granulometria das areias da Praia de Camburi apresentava fração fina logo após engordamento, a qual 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.

2.3. HISTÓRICO DO 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 decréscimo na porção norte, como resultado da difração e refração das ondas a partir do enroncamento e de um canal dragado de 21m de profundidade transversais à Ponta de Tubarão (ALBINO, 1999). A realização de aterros na faixa litorânea e a construção de 2 espigões (2º e 3º espigão, descritos adiante) transversais à praia foram algumas intervenções realizadas para solucionar o processo erosivo. O material sedimentar 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. Entretanto esta erosão agravou-se ameaçando o calçadão e exigindo das autoridades locais providências no sentido de conter a erosão praial (ALBINO & OLIVEIRA, 2000).

Como tal processo erosivo intensificou-se nos últimos anos da década de 90, em 1999 a Praia de Camburi deu-se início à construção do seu terceiro espigão, juntamente com a retirada de areia da zona submersa e sua deposição em regiões da praia com maiores taxas de erosão.

Realizou-se então um trabalho (ARAÚJO et al., 2000) com o objetivo de fazer uma caracterização granulométrica das areias da praia em 6 estações ao longo desta, antes e depois da intervenção para verificação da adaptação granulométrica da praia no período de 23 meses. Constatou-se de tal trabalho que antes da intervenção as areias referentes aos primeiros 3km da Praia de Camburi, a partir do canal da passagem, que corresponde a 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 apresentaram-se 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.

Segundo Albino & Oliveira (2000) o terceiro espigão é próximo ao Hotel Porto do Sol e possui 180m de extensão; foram acrescentado 70m no segundo espigão; despejados 730 mil m^3 de areia, retiradas de jazidas da Baía do Espírito Santo, entre os espigões 1 e 2; e despejados 240 mil m^3 de areia entre os espigões 2 e 3 (até 3500m). O material despejado no engordamento apresentava um predomínio de areias grossas e médias, de fi entre 0,00 e 1,50 e moderado a pobre grau de seleção (ALBINO et al., 2001) .

3. SISTEMA PRAIAL

3.1. DEFINIÇÃO E TERMINOLOGIA DE PRAIA

As praias são usualmente definidas como uma acumulação de sedimentos inconsolidados (areia, cascalho, argila, silte) que se estende da linha d'água na maré baixa média ate uma mudança fisiográfica, tal como o declive da praia ou campos de dunas. Sendo o produto final da interação do sedimento com processos físicos como ondas, correntes e marés (KOMAR,1998).

De acordo com Short & Wright (1983) praias são o produto da interação de ondas com a areia localizada no litoral. A zona de interação inicia-se na base da onda e se estende desde a zona de surfe até a zona de espraiamento. Sendo a extensão e a natureza destas zonas dependente de dois parâmetros; o nível de energia de onda (que controla o limite da zona de espraiamento) e o tamanho do sedimento ou granulometria (que influência no transporte do sedimento).

Como vimos acima, desde que as praias têm sido estudadas por cientistas existe uma necessidade de defini-las e zoneá-las. No presente estudo será adotada a terminologia e a divisão do perfil praial propostas por Davis (1985) e adaptado por Albino (1999) na Figura 3. 1 .

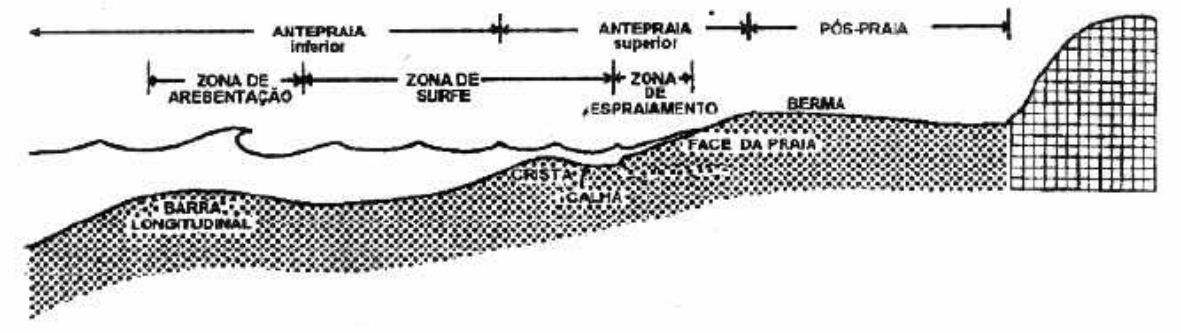


Figura 3. 1- Terminologia do perfil de praia e zona submersa adjacente.

Fonte: ALBINO, 1999

De acordo com Davis (1985), praticamente toda zona de pós-praia (*backshore*) de uma praia arenosa constituí-se de uma área plana e aproximadamente horizontal e com uma inclinação suave em direção ao mar,que é chamada de berma. O limite marinho do berma é marcado por uma inclinação abrupta em sua crista. Após esse limite existe a face praial, que é muito inclinada em direção ao mar. Uma praia sobre ação de 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*) pode apresentar uma variedade de configurações. Sendo caracterizada pela zona entremarés, limitada pela altura mínima de maré baixa e máxima da maré alta. A declividade é dependente tanto da composição sedimentar quanto dos processos que agem sobre esta zona. Podendo ter uma inclinação de apenas 1 a 3° ou ser maior que 30°. Feições características como crista, calha e barra são formadas pela ação das ondas e marés, que podem intensificar-se durante certas condições meteorológicas e costeiras (DAVIS, 1985).

A zona entre linha de baixa mar e o limite exterior da antepraia inferior (*nearshore*) tem geralmente centenas de metros de largura. Em muitos locais essa zona é caracterizada pela presença de barras arenosas subaguósas originadas por marés, que são aproximadamente 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 zona, (DAVIS, 1985).

3.2. MORFODINÂMICA PRAIAL

3.2.1. ELEMENTOS ENVOLVIDOS NA MORFODINÂMICA PRAIAL

De acordo com Christofolleti (1980) o vento, dentre os elementos climáticos, assume função importante na morfogênese litorânea por causa da edificação de dunas costeiras e por gerar ondas e correntes que, juntamente com as marés, estabelecem o padrão de circulação das águas marinhas nas zonas litorâneas e sublitorâneas. Dependendo da variabilidade do clima de ondas, da maré, do vento e das características dos sedimentos, uma praia pode variar amplamente de configuração em relação ao seu estado mais freqüente ou modal.

As características das ondas como comprimento, altura, energia e período dependerão da velocidade e duração do vento e sua pista de atuação, (KOMAR,1998). Com a aproximação do litoral e conseqüente diminuição da profundidade, a onda começa a interagir com o fundo, com isso a onda vai perdendo energia cinética e vai ganhando energia potencial, diminuindo a velocidade e incrementando sua altura. Isto acarreta no seu colapso, que dependendo de suas características poderão contribuir para erosão ou progradação praial.

À medida que as praias sofrem erosão ou acréscimo, a declividade da face praial irá mudar. Uma praia que sofre erosão tenderá a ficar mais plana, enquanto uma praia que recebe um acréscimo de sedimento tenderá a ficar mais íngreme. Os grãos maiores são encontrados em pontos de máxima turbulência e o tamanho dos grãos tende a decrescer com o decréscimo da turbulência. Havendo uma relação entre a declividade da praia , o diâmetro médio dos grãos, e a quantidade de energia da onda que atinge o determinado ponto, (BASCOM, 1951).

As ondas representam a principal entrada de energia para os sistemas praias. Portanto, estes são diretamente dependente da variabilidade do próprio clima de ondas (WRIGTH & SHORT,1984).

Outro importante processo é a maré, estas são mudanças no nível da água, de pequeno espaço temporal, causam mudanças cíclicas nas praias, podendo atuar passivamente ou ativamente no transporte de sedimento (DAVIS,1985). A área de atuação da maré depende fortemente de sua amplitude, pois esta define a quantidade de energia presente em um sistema. A influência pode ser tamanha que, nos casos em que sua influência supera a das ondas, estabelecem-se "terraços de maré" e não praias propriamente ditas.

A variação global do nível médio do mar é um fenômeno de larga escala temporal, o qual os efeitos estão sendo estudados. A elevação ou diminuição do nível do mar traz rápidas mudanças à costa, pois o material da linha de costa tende a se redistribuir de acordo com as mudanças na dinâmica. A maior preocupação esta na elevação do nível do mar. Bird (1996) cita que uma elevação do nível do mar intensificaria o problema da erosão, pois aumentaria a profundidade da antepraia inferior fazendo com que as ondas atingissem diretamente o continente, causando inúmeros prejuízos econômicos.

3.2.2. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Neste tópico considerar-se-á apenas as correntes que atuam diretamente sobre o transporte sedimentar próximo a linha de praia, excluindo-se então as correntes oceânicas.

As correntes litorâneas surgem (principalmente) quando as ondas atingem o litoral, mas com determinado ângulo. A incidência da onda faz-se de acordo com o referido ângulo, mas a retração das águas processa-se em sentido perpendicular, propiciando movimentação dos detritos numa trajetória em “zigue-zague”, cuja resultante é um transporte paralelo ou perpendicular à costa (CHRISTOFOLLETI, 1980).

O mecanismo e o sentido de transporte de areia na região da praia são fortemente controlados pelo movimento das águas, que podem transportar dentro de um pequeno sistema como um arco praial ou ate uma extensa praia.

O transporte transversal é facilmente notado por causar mudanças nos perfis das praias, que são mensurados de forma bi-dimensional. De acordo com o nível de energia do sistema praial (destacando-se as ondas), haverá uma migração do sedimento predominando para mar adentro ou em direção a face praial, modelando o perfil. De acordo com Komar(1998) essas variações transversais são causadas pela seleção dos grão ao longo do perfil, com isso o diâmetro refletiria a topografia do fundo e a intensidade local da turbulência e da dissipação da energia das ondas.

Outro importante processo de transporte transversal são as correntes de retorno(*rips)*. Estas são caracterizadas por fluxos estreitos, posicionados normal ou obliquamente em relação a costa, que atravessam a zona de surfe em direção ao mar. São alimentadas por correntes longitudinais nas proximidades da praia e tendem a extinguir-se logo após a zona de surfe em direção ao mar, formando células de circulação. Assim como as correntes longitudinais, as *rips* são efetivas no transporte de sedimento e desempenham importante papel nas zonas de surfe em que ocorrem, apesar de não serem necessariamente erosivas (SHORT,1985).

Já o transporte de sedimentos, ao longo da costa, é reconhecidamente realizado pelas correntes longitudinais. Confirma-se esta afirmação ao se observar os efeitos da colocação de estruturas como molhes.

O transporte longitudinal de sedimentos é definido como a soma dos movimentos dos trens de ondas que chegam a costa, que podem ter diferentes direções. Os diferentes efeitos de transporte sedimentar causados pelos diferentes trens de ondas podem ter um efeito extremamente erosivo ou nulo, mesmo tendo altas taxas de locomoção de sedimento (KOMAR,1998).

A variação da composição e do diâmetro dos grãos do sedimento das praias ao longo da costa tem sido usada para se determinar à direção de seu transporte, assim como o reconhecimento de sua fonte de suprimento (KOMAR,1998). Komar (1977) propõe que o aumento do tamanho dos grãos de areia está relacionado à maior velocidade da corrente, que possibilita transporte de fundo. E quando há a diminuição da velocidade da corrente, o transporte é feito por suspensão, atuando apenas sobre os sedimentos mais finos, de diâmetros menores, o que gera uma tendência à diminuição do diâmetro no sentido do transporte de sedimentos pela corrente longitudinal.

3.3. VARIABILIDADE E CONTENÇÃO DA EROSÃO DO SISTEMA PRAIAL.

Um aspecto importante das praias é sua dinâmica. O transporte de sedimento continuamente responde às mudanças das características das ondas e de correntes na antepraia inferior e a praia responde a estes processos formando o perfil praial, (KOMAR, 1998).

As praias são constantemente influenciadas pelo oceano, como zonas de dissipação de energia das ondas, e o continente, como zona de aporte sedimentar. Portanto nestes ambientes observam-se fenômenos como a erosão do perfil praial, que podem ser remediados através de engordamentos.

Engordamento pode ser definido como o processo de colocação de areia, mecanicamente ou hidraulicamente, diretamente sobre áreas erodidas da costa, com o intuito de suprir, proteger ou criar uma praia (ATLANTIC STATES MARINE FISHERIES COMMISSION, 2002).

A utilização do engordamento de praia começou na década de 80, após a constatação (através de varias medições) de que as estruturas colocadas na praia para reter areia (espigões, molhes, quebra mar, muros) eram menos viáveis tecnicamente e economicamente. Uma vez que o fenômeno da erosão do perfil praial era definido, pela identificação da causa (através do estudo de processos

morfodinâmicos) e o local de interesse (avaliando aspectos como recreação, impactos ambientais, segurança e viabilidade econômica), eram necessárias adoções de medidas cada vez mais seguras e estáveis de proteção da costa. Com isso aumentou-se significativamente o interesse sobre o engordamento de praias (CAPOBIANCO et al., 2002).

O perfil praial geralmente já nos permite avaliar sua estabilidade a curto prazo, pois nota-se que praias que mostram perfis mais côncavos são mais estáveis do que aquelas com perfis mais retos, convexos ou irregulares, e uma vez que o perfil côncavo é atingido as praias se tornam relativamente (mas não absolutamente) estáveis. O gradiente de concavidade dos perfis varia de acordo com o tamanho do sedimento e das condições de onda. O objetivo do processo de engordamento de praias é estabelecer um perfil praial de equilíbrio relativamente estável, assim como proposto pelo conceito de perfil de equilíbrio (BIRD, 1996).

3.4. PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO

Muitos modelos de sistemas físicos encontrados na natureza tem sido criados para se definir as possíveis mudanças em um determinado ambiente. Para se poder prever uma mudança é necessário definir um “estado de equilibro” referencial. Pois assim conseguimos observar desvios entorno da configuração de equilíbrio.

O modelo de perfil praial de equilíbrio é uma tentativa de se determinar o estado de equilíbrio do perfil da praia através de equações matemáticas baseadas em dados empíricos. Este modelo foi primeiramente apresentado por Bruun(1954) e postulado por Dean (1977,1991), e é provavelmente o mais usado e estudado atualmente (KRIEBEL et al. , 1991 apud DEAN et al., 1992).

De acordo Dean (1977) pode-se considerar que cada perfil praial é o produto de todas as forças passadas e presentes que atuam no modelamento do perfil, então cada perfil contem uma abundancia de informações em sua geomorfologia e na

textura de seu sedimento que permiti o desenvolvimento de expressões matemáticas (PPE) . Logo é razoável aceitar que o sistema praial tenderá a um estado de equilíbrio tridimensional, durante um pequeno intervalo de tempo (geológico).

Leont'ev (1985) propõe que com processo de interação entre as ondas e o leito granular, o perfil do declive praial tende a tomar uma forma fixa correspondente ao clima de ondas. Um período suficientemente longo de ação das ondas resulta no estabelecimento de um perfil de equilíbrio, o qual permanece praticamente estável até que o regime de ondas comece a mudar. A forma do perfil de equilíbrio é uma função dos parâmetros de onda e das características físicas dos grãos do sedimento.

De acordo com Larson et. al. , (1999) o conceito do PPE é de central importância para o gerenciamento costeiro porque fornece uma base para avaliar uma forma característica para o perfil praial de uma praia em situações de análise. Uma praia com um tamanho de grão específico, se exposta à condição de forças geradoras constantes (ondas monofásicas ou com fases aleatórias, mas estatisticamente constantes), normalmente com um curto período entre a quebra das ondas, irá desenvolver uma forma de perfil que não mostra transporte líquido durante o tempo, apesar do movimento dos sedimentos. A validação deste conceito tem sido verificada em varias pesquisas laboratoriais (e.g., WATERS, 1939; RECTOR, 1954; SAVILLE, 1957; SWART, 1976; KAJIMA et.al., 1982; KRAUS & SMITH, 1994; PETERS et.al., 1996 apud LEONT'EV).

3.4.1. MODELO PROPOSTO POR DEAN (1977)

O primeiro modelo de PPE foi apresentado por Bruun (1954) e postulado por Dean (1977). Este último propõe que as praias sofrem a ação e são os produtos de um complexo sistema de forças e processos, incluindo principalmente o suprimento de sedimentos e a hidrodinâmica. Considerando que o sistema de forças pode se manter constante, parece ser razoável que o sistema praial tenda a um equilíbrio tridimensional.

Dean (1977) realizou o levantamento de aproximadamente 504 perfis ao longo da costa americana e determinou através da analise dos dados a relação entre hidrodinâmica das ondas e tamanho do sedimento, com isso desenvolveu expressões matemáticas, conhecidas como modelo de PPE.

A simples fórmula do PPE expressa a profundidade, ***h***, a uma distancia horizontal, ***y,*** da linha de praia do perfil proposto, de acordo com a equação a seguir:

$$h(y)=A_x y^m \qquad \text{Equação (1)}$$

Onde:

A é um parâmetro empiricamente determinado (esse valor é obtido através do Figura 3.2.1), que depende do diâmetro médio dos grãos do sedimento e sua respectiva velocidade de assentamento;

m constitui-se numa constante exponencial que é determinada empiricamente. Dean propôs valores iguais à *2/3* como media dos 504 perfis já citados enquanto Boon e Green (1988)e propõem valores de *1/2* em estudos de praias reflectivas, com areias carbonáticas.

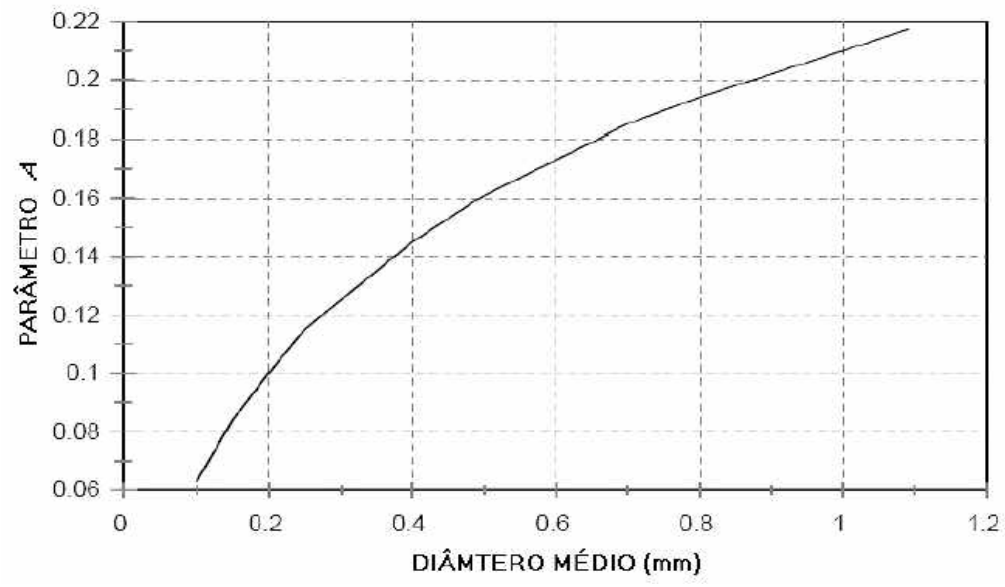


Figura 3.2.1 – Variação do parâmetro A em relação ao diâmetro médio do sedimento

Fonte: DEAN, 1991 (adaptado).

Dean et. al. (1992) demonstra uma serie de possíveis interpretações entre os perfis reais e os calculados através do modelo. A comparação do perfil levantado versus perfil calculado, pode ser diferente devido o transporte longitudinal, transversal ou outro fenômeno ambiental como visto na Figura 3.2.2.

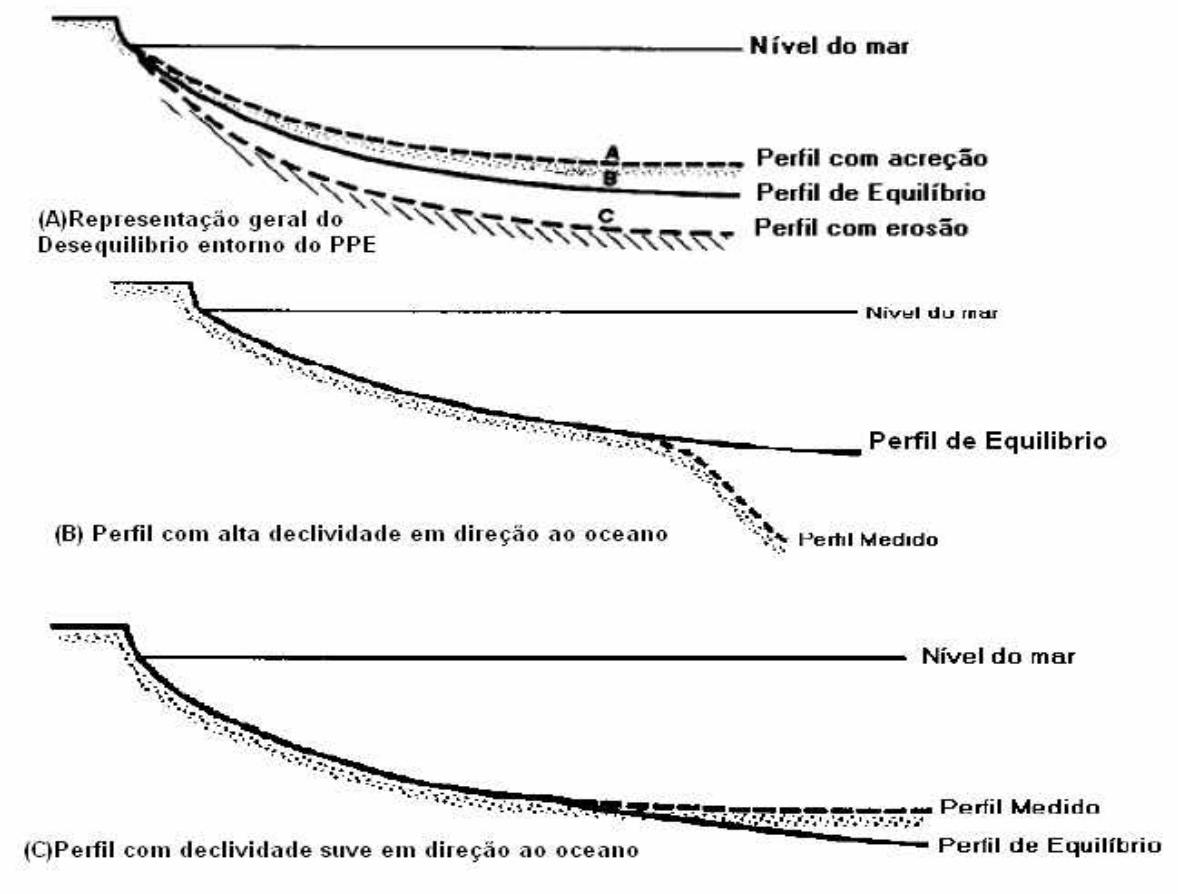


Figura 3.2.2- Formas características de perfis (CASOS A, B e C) fora de equilíbrio.

Fonte: Dean ,1992 (adaptado).

CASO (A) Perfil com excesso ou déficit de sedimento: é o caso mais simples (Figura 3.2.2 CASO(A)) no qual o perfil contem um excesso ou déficit de sedimento, relativo ao perfil de equilíbrio estimado. E se apenas o transporte transversal for considerado, pode-se interpretar que, dado tempo suficiente, o excesso de sedimento é “recolocado” na praia e o inverso ocorre quando há déficit.

CASO (B) Perfil com declividade elevada em direção ao oceano: as interpretações dessa configuração (figura 3. 2) CASO(B) podem ser ambíguas. Uma possibilidade considera a mudança para um declive maior como a transição da região “ativa” para “inativa”, correspondente a profundidade de equilíbrio. A segunda interpretação é que o sedimento que forma aquela porção do perfil praial que está próxima do equilíbrio é derivado de um excesso de sedimento da costa, que pode incluir fontes de sedimentos terrígenos ou gradientes (convergências) no transporte longitudinal. Nas duas interpretações o possível processo dominante é resultado de excesso de sedimento na antepraia superior, que é trabalhado pelo transporte transversal até se aproximar do equilíbrio. Esse caso é similar ao ajuste do perfil após um processo de engordamento da praia.

CASO (C) Perfil com declividade suave em direção ao oceano: existem duas interpretações para a situação representada na Figura 3.2.2 CASO(C). A primeira postula que, se a declividade for relativamente gradual (pelo menos uma parte), representará um perfil em construção pelo sedimento proveniente do transporte transversal, no sentido continente-oceano. Se essa declividade for abrupta, representará um perfil em construção pelo transporte de sedimento de fontes oceânicas mais profundas. Essa interpretação requer que o sedimento da porção que está sendo construída tenha maior diâmetro que o sedimento do restante do perfil.

Se as profundidades correspondentes, os perfis medido e proposto apresentarem a mesma morfologia, o perfil está em equilíbrio local, ou seja, as profundidades correspondentes não precisam, necessariamente, estar à mesma distância da costa. Porções internas do perfil (zona rasa) que não estejam em equilíbrio, podem resultar em separação das porções mais externas (zona profunda) dos perfis, mesmo estas estando em equilíbrio(GOMES, 2004) (Figura 3.2.3).

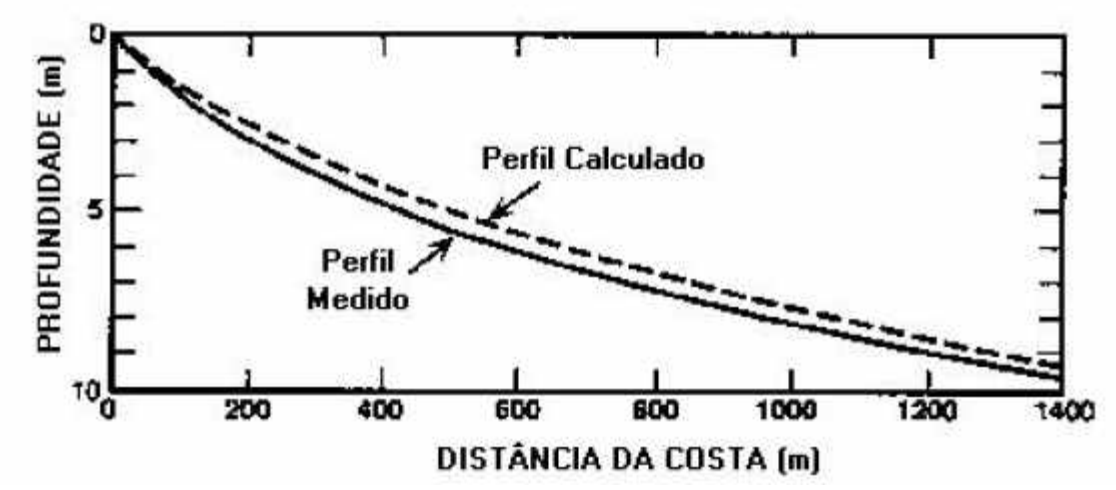


Figura 3. 2. 3– Perfil em equilíbrio apesar da diferença na altura.

Fonte: Dean ,1992 (adaptado).

Observações gerais foram feitas por Capobianco et al. (2002) com relação ao perfil de equilíbrio proposto por Dean (1977): (i) tendem a ser côncavos,(ii) a declividade é mais suave quando a predominância de grãos finos,(iii) a declividade tende a ser alisada quando as ondas são mais íngremes (iv) o sedimento tende a seguir um padrão, quando esta mais grosso encontra-se em águas mais rasas e quando esta mais finos encontra-se em águas mais profundas. Mas a discussão sobre a “natureza” do perfil praial de equilíbrio, assim como sua utilização, pode ajudar a fazer um conceito mais eficiente e abrangente. Tendo como exemplo a adoção do conceito de perfil praial de equilíbrio para calcular a evolução de perfis, baseando-se nas condições de equilíbrio básicas e para se calcular o transporte sedimentar.

Porém, Dean et al. (1992) sugerem que de maneira geral não é possível estabelecer se as diferenças identificadas entre os perfis (medido e estimado) são devido aos desequilíbrios ou às limitações do conhecimento sobre o conceito de perfil praial de equilíbrio.

3.4.2. VARIAVEIS DO SISTEMA PRAIAL E SUA INFLUÊNCIA NO MODELO

De uma forma indireta ou direta todos os fatores e processos já citados atuam sobre as variáveis do modelo, mas é óbvio que a modelagem de um sistema perde informações do mesmo, mas traz a possibilidade de manipulação e compreensão do sistema praial.

Observando o modelo utilizado no presente trabalho percebe-se que o principal fator que atua na modelagem do perfil é a granulometria. A granulometria exerce importante efeito sobre o perfil praial quando tem distribuição unimodal. Grãos mais finos tendem a repousar em equilíbrio em perfis de pendente muito suave, enquanto o incremento do diâmetro do grão gera perfis de equilíbrio gradualmente mais íngremes (KOMAR,1977).

Porém Komar (1983) propõe que no modelo de Dean (1977) o parâmetro ***A*** (equação 1) está mais relacionado à dissipação da energia da onda do que a velocidade de decaimento do grão, visto que a hidrodinâmica atua na seleção dos grãos. Já os demais parâmetros são constantes das fórmulas e que são determinadas empiricamente.

Albino & Gomes (2004) sugerem que se deve considerar a influência da composição mista dos sedimentos marinhos na determinação do perfil praial de equilíbrio, tornando-se necessário a determinação prévia da composição dos sedimentos marinhos na aplicação e interpretação das simulações efetuadas.

3.4.3. UTILIZAÇÃO DO PERFIL PRAIAL DE EQUILIBRIO .

A avaliação continua e criteriosa das características ambientais, antes e depois do engordamento, tornou-se necessária para realização e manutenção de um projeto de engordamento (HAMM et al., 2002). Logo vários cientistas têm criado e utilizado modelos numéricos (Figura 3.3) para compreender melhor o comportamento morfodinâmico das praias.

Figura 3.3-Principais modelos numéricos criados e utilizados para estudos morfodinâmicos.

Fonte: CAPOBIANCO et al., 2002 (adaptado).

Dentre os trabalhos de aplicação e determinação do perfil praial de equilíbrio, têm-se:

Gonzáles (1999): Adaptou o modelo proposto por Dean para praias com estruturas submersas (*perched beachs*), para avaliar e determinar seus PPEs. Utilizando-os para planejamento de engordamentos.

Manso et al. (2001): Apresentaram os resultados da aplicação do conceito de PPE, proposto por Dean (1977), para a praia de Serinhaém - Pernambuco. E observaram que o modelo mostrava um déficit de sedimento no perfil da praia. Esta interpretação era concordante com o fenômeno erosivo registrado na região costeira em estudo.

Gravens et al. (2001): Sugerem no guia para realização de projetos de engordamento na costa dos Estados Unidos das Américas, o uso do método de PPE proposto por Dean.

Gomes (2004): Avaliou a aplicabilidade da determinação do Perfil Praial de Equilíbrio na Praia de Meaípe – ES que possui tendência erosiva. Comparando modelos propostos por Dean (1977) e Bernabau (2003).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados quatro perfis transversais ao longo do arco praial de Camburi-ES e compiladas inúmeras informações de trabalhos pré existentes da área de estudo: Albino et al. (2001), Passos (2004), Albino & Oliveira (2000).

4.1. EQUAÇÕES APLICADAS

A determinação do perfil praial de equilíbrio na praia de Camburi, foi obtida pela utilização da equação proposta por Dean (1977):

$$h(y)=A_x y^m$$

A é um parâmetro empiricamente determinado;

m constitui-se numa constante exponencial que será considerada como 2/3 (proposto por DEAN,1977);

h(y) é a profundidade obtida em cada ponto, através da equação, foi usado para a plotagem dos perfis.

De acordo com a média granulométrica de cada estação ao longo do perfil, foram extraídos os valores de ***A*** (Figura 4.1). Desta forma foram determinados os perfis de equilíbrio.

D(mm)	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.1	0.063	0.0672	0.0714	0.0756	0.0798	0.084	0.0872	0.0904	0.0936	0.0968
0.2	0.100	0.103	0.106	0.109	0.112	0.115	0.117	0.119	0.121	0.123
0.3	0.125	0.127	0.129	0.131	0.133	0.135	0.137	0.139	0.141	0.143
0.4	0.145	0.1466	0.1482	0.1498	0.1514	0.153	0.1546	0.1562	0.1578	0.1594
0.5	0.161	0.1622	0.1634	0.1646	0.1658	0.167	0.1682	0.1694	0.1706	0.1718
0.6	0.173	0.1742	0.1754	0.1766	0.1778	0.179	0.1802	0.1814	0.1826	0.1838
0.7	0.185	0.1859	0.1868	0.1877	0.1886	0.1895	0.1904	0.1913	0.1922	0.1931
0.8	0.194	0.1948	0.1956	0.1964	0.1972	0.198	0.1988	0.1996	0.2004	0.2012
0.9	0.202	0.2028	0.2036	0.2044	0.2052	0.206	0.2068	0.2076	0.2084	0.2092
1.0	0.210	0.2108	0.2116	0.2124	0.2132	0.2140	0.2148	0.2156	0.2164	0.2172

Figura 4. 1-Tabela de valores de A propostos de acordo com o tamanho de grão, segundo Dean (1987 *apud* DEAN, 2002).

Para os valores de diâmetro médio não encontrados na Tabela 1.1 o parâmetro ***A*** foi determinado através da equação:

$$A=0{,}067.\ (w_s^{\ 0{,}44}) \qquad \text{Equação (2)}$$

Esta foi proposta por DEAN (1987 apud DEAN, 2002). Onde w_s é a velocidade de decantação do grão, obtidos utilizando-se a Figura 4.2.

Figura 4.2 – Velocidade de decantação (cm/s) em função do diâmetro médio (fi).

Fonte: Gráfico elaborado por Muehe (*apud* Gomes, 2004).

Para a melhor interpretação e entendimento dos resultados obtidos durante este estudo foi calculada a profundidade de fechamento da praia baseada na equação proposta por Hallermeier (1981). A profundidade de fechamento indica a profundidade na qual as ondas deixam de influenciar na formação da topografia do fundo (assoalho sedimentar) de maneira significativa.

A equação para identificação da profundidade de fechamento (***$d_{l,1}$***) é baseado na altura média das ondas significativas (***H_s***) e seu desvio padrão (***ó***):

$$d_{l,1} \cong 2\overline{H}_s + 11s$$

Equação (3)

A partir dos dados sugeridos por Muehe (2001), para região sudeste da costa brasileira, os valores de altura significativa média das ondas são 1,20 m e para desvio padrão são 0,38 m. Sendo tais valores adotados no presente trabalho.

4.2. OBTENÇÃO DOS DADOS

A partir dos levantamentos cartográficos, foram determinadas as localizações dos perfis na praia de Camburi, tendo como base as cartas náuticas da região. Foram escolhidos quatro estações ao longo do arco praial, que eram as estações iniciais dos perfis transversais a serem medidos, os quais já foram estudados em sua porção emersa (ALBINO et al., 2004). Estas estações representam os diferentes comportamentos morfodinâmicos da praia de Camburi, como a exposição às ondas e mobilização de sedimentos.

A coleta dos dados e amostras em campo foi realizada no dia 02/08/2004. Os perfis transversais foram obtidos com ângulo de 90° com relação à linha de costa, causando a formação de interseções em sua extremidade final. As amostragens foram realizadas na zona emersa e zona submersa dos perfis. Os perfis estão representados na Figura 4.2.1 como P1, P2, P3 e P4 com 3000m de comprimento e 11 estações de amostragem: berma, máximo recuo a 100, 250, 500, 750, 1000,

1500, 2000, 2500 e 3000m de distancia da linha costa. Para se averiguar as características geomorfológicas da praia foi padronizado que a amostragem ocorreria até 3000 m de distância da linha de costa.

As estações da zona submersa foram previamente obtidas e determinadas a partir da carta náutica e suas coordenadas marcadas em equipamentos de GPS. As coordenadas encontram-se no Anexo 1.

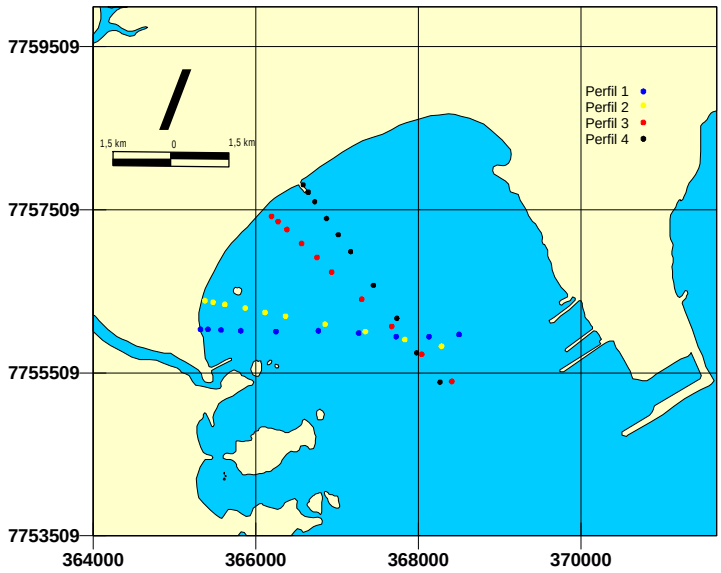


Figura 4. 2.1 –Perfis transversais P1, P2, P3 e P4, e suas estações amostrais onde foram realizadas as coletas de sedimento e levantamento dos dados. Baia do Espírito Santo-Vitória ,ES.

Fonte: Albino et al. (2001) (adaptado).

4.2.1. OBTENÇÃO DOS PERFIS TRANSVERSAIS E COLETA DOS SEDIMENTOS.

O prisma praial emerso foi monitorado pelo método tradicional usando um nível de precisão e trena, sendo que os níveis são amarrados a referenciais fixos. A coleta de sedimento foi realizada no perfil emerso da praia através de raspagem superficial, em duas regiões distintas ao longo do perfil topográfico: no berma, e no máximo recuo da onda. Este levantamento foi estendido até o máximo recuo da onda e quando possível até a parte submersa, inicial, do perfil. Durante esse procedimento foi anotado a hora, para amarrar os dados do levantamento do perfil emerso com os dados do levantamento submerso, que estava sendo feito simultaneamente. Permitindo a correção do nível do mar e determinação da localização da linha de costa dentro dos perfis.

Para a confecção dos perfis praiais naturais, foi necessária a obtenção das profundidades nas estações de amostragem dentro de cada perfil.As profundidades foram obtidas a partir de uma sonda instalada na embarcação. Esses dados de profundidade foram registrados em uma ficha apropriada (ANEXO 2), bem como o horário do término do levantamento. Porque esta informação é importante para a realização da correção da altura da maré com relação à profundidade medida.

A coleta das amostras de sedimento foi realizada em todas as estações dos perfis. Os sedimentos foram coletados através de mergulho autônomo, utilizando-se um tubo plástico para coleta superficial do sedimento. Todas as amostras coletadas foram acondicionadas individualmente em sacos plásticos e devidamente identificadas para posterior análise laboratorial.

4.2.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Todas as amostras obtidas no campo foram submetidas à análise granulométrica, descritos em Muehe (1994), consistindo de lavagem, secagem, quarteamento e peneiramento. O objetivo do processo de lavagem é a eliminação dos sais solúveis da amostra.

A secagem das amostras foi realizada à uma temperatura média de 80 ºC, onde um Becker com a amostra foi colocada em uma estufa, para não se alterar a composição estrutural do grão. O quarteamento foi realizado para a obtenção de alíquota menor da amostra, sendo esta igual a 50 g no presente estudo.

Por se tratarem de amostras com diâmetros granular extremamente distintos foram realizados dois processos: peneiramento à seco, no caso das amostras mais grossas e pipetagem, para as amostras de menor diâmetro. No peneiramento à seco será adotada a escala de tamanho proposta por Wentworth (1922), pelo fato de desta representar maior simplicidade geométrica entre os intervalos de classe. Também será utilizado conceito “fi”(Ö) proposto por Krumbein (1934) que corresponde ao logaritmo negativo na base dois do valor da granulometria expressa em milímetros.

No processo de peneiramento a seco foram utilizadas peneiras com intervalos 0,5 fi de diferença de diâmetro.

Foi utilizado o processo de pipetagem , para quantificar e classificar a fração fina , abaixo de 4 fi, das amostras.

A pipetagem foi realizada da seguinte forma: lavagem da alíquota da amostra(neste caso 50g) com 1L de água destilada, sobre uma proveta de capacidade de 1 L. Nos casos em que há matéria orgânica no sedimento foram realizados dois procedimentos,para eliminar a possível interferência por floculação: a queima da fração de matéria orgânica com peróxido de hidrogênio (H_2O_2), realizada antes da lavagem, e a adição de um desfloculante (hexametafosfato de sódio) para evitar a floculação de natureza inorgânica. Após

esse procedimento iniciou-se a coleta, com a pipeta, que representaram as diferentes classes granulométricas de sedimentos finos. Para realização de tal tarefa seguiu-se a orientação do quadro de cronometria (Figura 4.3).

PIPETAGEM	Φ DOS GRÃOS		Profundidade de introdução da pipeta (cm)	CRONOMETRIA DE PIPETAGEM PARA		
	Phi	mm		16° C	20° C	24° C
	4	0,062	20	20s	20s	20s
	5	0,031	10	2m 09s	1m 57s	1m 46s
	6	0,0156	10	8m29s	7m 40s	6m 58s
	7	0,0078	10	34m	31m	28m
	8	0,0039	10	2h 15m	2h 03m	1h 51m
	9	0,0020	5	4h 18m	3h 53m	3h 32m
	10	0,00098	7	25h 05m	22h 41m	20h 37m

Figura 4. 3-Quadro de cronometria utilizado na pipetagem.

Durante o presente estudo o sedimento foi classificado de acordo com a Figura 4.4.

CLASSIFICAÇÃO GRANULOMÉTRICA	FI (Φ)	MILÍMETRO (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

Figura 4. 4 – Classificação granulométrica para diferentes valores , em fi e mm.

4.3. CONFECÇÃO DOS PERFIS NATURAIS E DOS PPEs

Utilizando-se os valores de ***A*** e a distancia das estações, foram determinadas as profundidades (***h(y)***), para a modelagem dos PPEs.

Foi utilizado um software gráfico para a plotagem dos dados do Anexo 3, atribuindo os valores de distância da linha de costa ao eixo ***X*** e a profundidade ao eixo ***Y***, considerando o valor zero do eixo ***X*** como a linha de costa para o nível médio do mar (DHN, 2004). Esse procedimento foi realizado tanto para os dados obtidos em campo quanto para a realização da modelagem do PPE.

A correção do nível do mar foi feita utilizando-se a altura da maré na hora da medição e a altura proposta pela DHN como nível médio para a determinação da linha de costa (valor igual a 0,80 m).

O método para cálculo dos diâmetros médios dos sedimentos, necessários para a determinação do PPE, foi baseado no método descrito por Folk & Ward (1957).

Neste método, os tamanhos dos grãos são expressos em fi. O percentual acumulado do peso do material retido em cada peneira é plotado em gráfico, cujo eixo das ordenadas (percentagem) é em escala de probabilidade aritmética e o eixo das abscissas (tamanho granulométrico em fi), em escala aritmética. Nesse tipo de gráfico, uma distribuição normal é representada por uma reta.A vantagem reside no fato do eixo das abscissas ser em escala aritmética, em vez de logarítmica, o que permite uma correta interpolação. Após a plotagem da curva acumulada são determinados os valores em unidade fi correspondentes aos percentis de 5;16;25;50;75;84 e 95 que por sua vez, são utilizados no cálculo dos parâmetros estatísticos de distribuição granulométrica, ou seja, a mediana, o diâmetro médio, o desvio padrão, a assimetria e a curtose (Gomes, 2004)

Este método é utilizado pelo programa BASICA, que foi usado no presente estudo, para obtenção das médias dos diâmetros das amostras de sedimento.

A ultima etapa envolveu a interpretação dos PPEs (DEAN ,1977) para a praia de Camburi, através da comparação entre os perfis medidos (considerando sua profundidade de fechamento) e os perfis obtidos no modelo. Assim caracterizando o estado de equilíbrio da praia.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados dos perfis naturais (como na Figura 5.1) e suas respectivas discussões cabiveis .

5.1. PERFIS TRANSVERSAIS

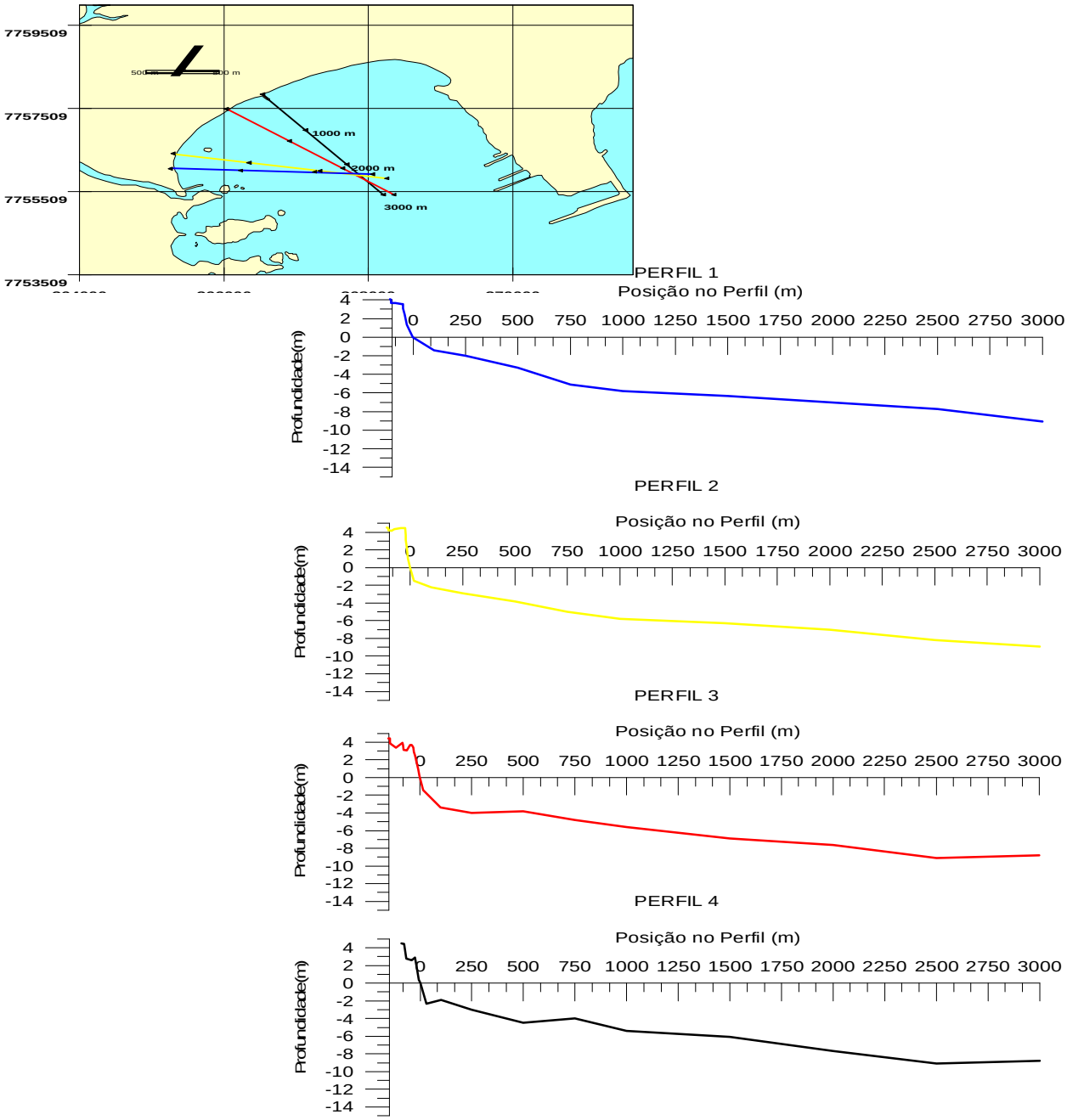


Figura 5.1- Distribuição dos perfis transversais P1, P2, P3 e P4 na praia de Camburi. Fonte :Albino et al., 2001 (adaptado).

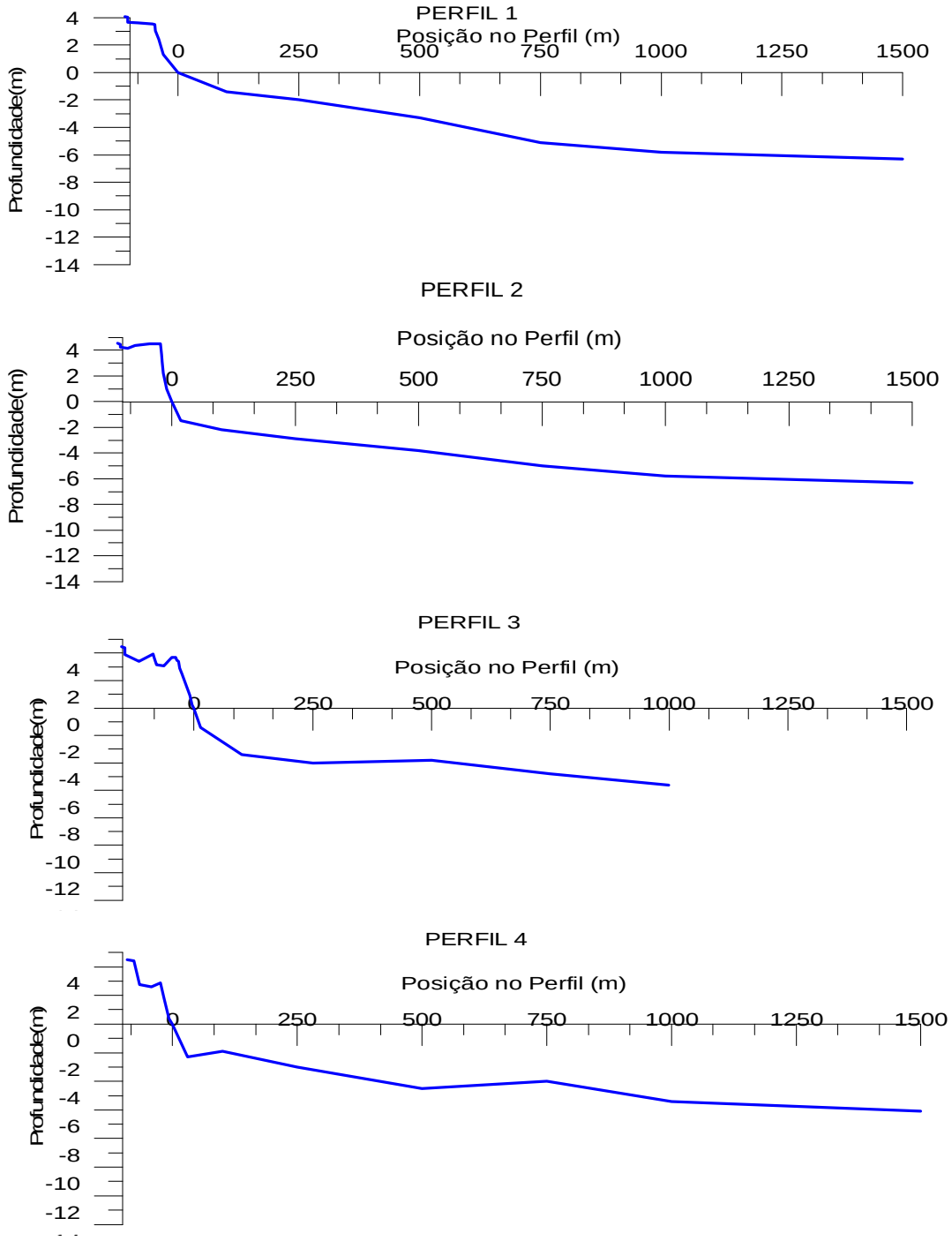


Figura 5.2- Perfil limitado pela profundidade de fechamento. O limite inferior do perfil é a profundidade de fechamento de 6,58 m estimada pela aplicação da equação de Hallermeier (1981), cujo valor médio para onda significativa de 1,20 m e desvio padrão de 0,38.

Na Figura 5.1 têm-se a distribuição dos perfis no mapa da área pesquisada e os perfis transversais 1, 2, 3 e 4 obtidos em agosto de 2004 e na Figura 5.2 os perfis são limitados até a profundidade de fechamento.

O perfil 1 apresentou altura máxima de 4,09m e 109,98m de comprimento na porção emersa e apresentou uma profundidade de 9,01m a 3000m de distancia da linha de costa (Figura 5.1). O perfil está localizado num local com alto grau de exposição às ondas (Passos 2004), e apresentou declividade suave em sua porção submersa. Observa-se na figura 5.2 que a profundidade de fechamento estimada encontra-se a 1500m.

O perfil 2 apresentou altura máxima de 4,53m e 100,79m de comprimento na porção emersa e apresentou uma profundidade de 8,9m a 3000m. Este perfil mostrou-se mais extenso, em sua parte emersa, que o perfil 1, possivelmente devido a ação do sombreamento pela Ilha do Socó que interfere na topografia e a retenção de sedimentos transportados longitudinalmente(ALBINO et al., 2001; PASSOS, 2004). Assim como no perfil 1 a profundidade de fechamento do perfil 2 encontra-se a 1500m.

Os perfis 1 e 2 apresentam características morfológicas similares podendo ser observado, em ambos, o início da formação de barras de antepraia, a aproximadamente 100m de distancia.

Os perfis 3 e 4 possuem características morfológicas distintas entre si e entre os demais perfis.

O perfil 3 apresentou altura máxima de 4,45m e 149,27m de comprimento na porção emersa e apresentou uma profundidade de 8,8m a 3000m de distancia da linha de costa. A aproximadamente 500m e 2000m foram observadas a presença de duas barras de antepraia, respectivamente, com 3,8m e 7,6m de profundidade. A ultima barra têm a profundidade (7,6m) bem próxima da profundidade de fechamento estimada (6,58m).

O perfil 3 apresentou a maior extensão em sua parte emersa. A grande extensão do perfil da praia mostra-nos a influência dos espigões. Albino et al. (2001) afirmaram que essa grande extensão deve-se ao fato deste perfil receber sedimentos transportados pela deriva litorânea, o que já ocorria antes do engordamento, e passou a ocorrer com maior intensidade após a engorda devido ao suprimento de sedimentos disponíveis para o transporte por tal deriva ter sido aumentada ao longo da praia.

O perfil 4 apresentou altura máxima de 4,48m e 129,46m de comprimento na porção emersa e apresentou uma profundidade de 8,8m a 3000m de distancia da linha de costa. Este perfil é o mais exposto às ondas, principalmente as de alta energia, as ondas provenientes de NE, S e SW. A aproximadamente 100m, 750m e 1500m da linha da costa foram observadas barras de antepraia com respectivamente 1,9m, 4,5m e 6,1m de profundidade. Esta ultima barra esta muito próxima da profundidade de fechamento estimada (6,58m).

Com exceção do perfil 3, que possuía profundidade de fechamento estimado a 1000m, todos os demais perfis possuíam suas profundidades de fechamento estimado a 1500m de distância (Figura 5.2). A similaridade dos dados possivelmente ocorre porque as declividades dos perfis são aproximadas.

Foi observado que todos os perfis apresentam declividade abrupta na porção emersa e declividade suave na parte submersa. No 3 e 4 existem barras de antepraia mais definidas. De acordo com Passos (2004) a declividade abrupta dos perfis emersos é confirmada pelo tipo e altura das ondas que apresentaram arrebentação do tipo ascendente.

5.2. GRANULOMETRIA DOS SEDIMENTOS

A Figura 5.3 mostra a variação do diâmetro médio sedimentar e sua localização ao longo do perfil.

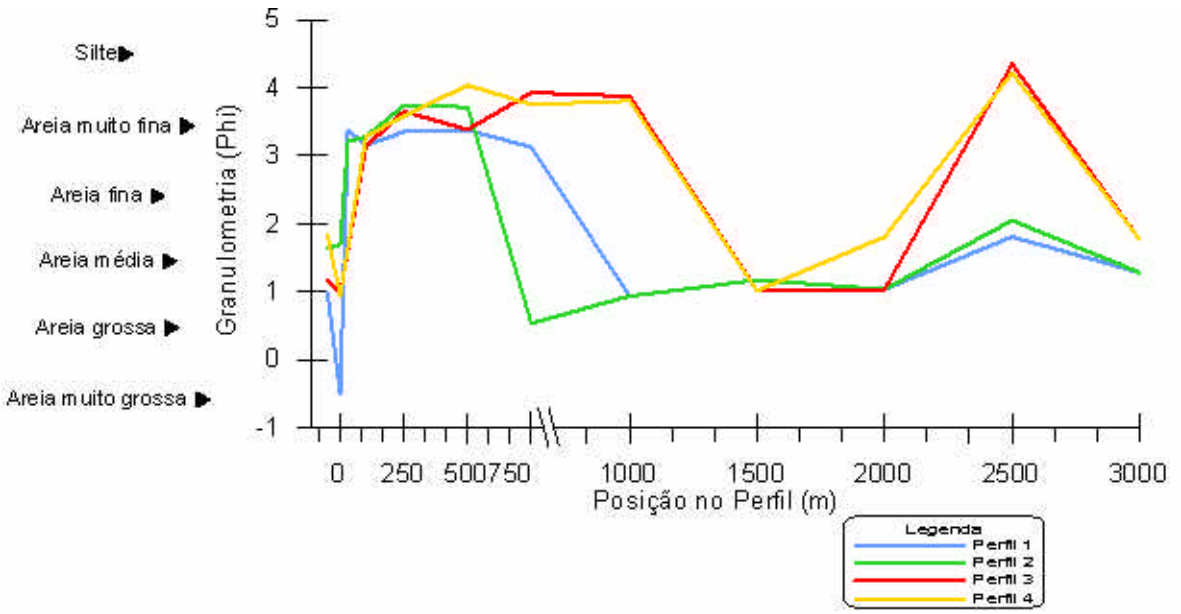


Figura 5.3- Variação do diâmetro médio dos grãos ao longo dos perfis.

No perfil 1 nota-se a ocorrência de areia grossa no berma e areia muito grossa no máximo recuo da onda. Ao longo da antepraia superior e inferior observa-se areia muito fina dos 100m aos 750m, areia grossa aos 1000m existe e no restante do perfil, dos 1500m até os 3000m, ocorre areia média.

O perfil 2 caracteriza-se pela ocorrência de areia média no berma e areia muito fina no máximo recuo da onda.Dos 100m aos 500m existe areia muito fina e dos 750m aos 1000m ocorre areia grossa. O restante do perfil 2, assim como no perfil 1, ocorre areia média.

Nos perfis 1 e 2, ao longo da antepraia, ocorre uma abrupta diminuição do diâmetro médio dos grão após o máximo recuo da onda. A diferença entre o perfil 1 e 2 aos 750m, possivelmente existe devido a influencia do promontório (Figura 5.5) ,ilha do Socó , sobre hidrodinâmica e desta sobre a seleção do sedimento. A partir dos 1000m estes perfis voltam a ter seus grãos caracterizados como areia média.

Os perfis 3 e 4 caracterizam-se pela presença de areia média no berma e areia grossa no máximo recuo da onda. Na parte submersa a areia muito fina ocorre entre 100m e 1000m, engrossando a 1500m, areia média, e afinando a 2500m, silte.

A variação do diâmetro médio do sedimento ao longo dos perfis é bem similar até os 500m. Em todos os perfis medidos havia a concentração dos grãos mais grossos no máximo recuo da onda, pois esta região do perfil caracteriza-se pela grande energia e turbulência do fluxo e refluxo das ondas (BASCOM, 1951), e após o máximo recuo há uma abrupta diminuição do diâmetro, sendo classificada como areia muito fina.

O acumulo de areia muito fina no inicio dos perfis 1 e 2 possivelmente indica a influencia do píer de Iemanjá e do promontório (Ilha do Socó) localizados respectivamente ao sul e ao norte dos perfis 1 e 2, fazendo com que se forme uma zona de aprisionamento ou armadilha de sedimentos , dificultando o transporte destes. Os estudos realizados por Albino et al. (2001) comprovam o processo de aprisionamento que ocorre ao sul do arco praial de Camburi como podemos observar na Figura 5.4, que mostra a predominância de areia litoclástica média a muito fina na área.

Ainda nos perfis 1 e 2 observa-se que a partir dos 1000m o sedimento afina, tornando-se areia média, possivelmente sendo também o sedimento original da praia e com origem flúvio-marinha devido a presença de biotita e fragmentos de

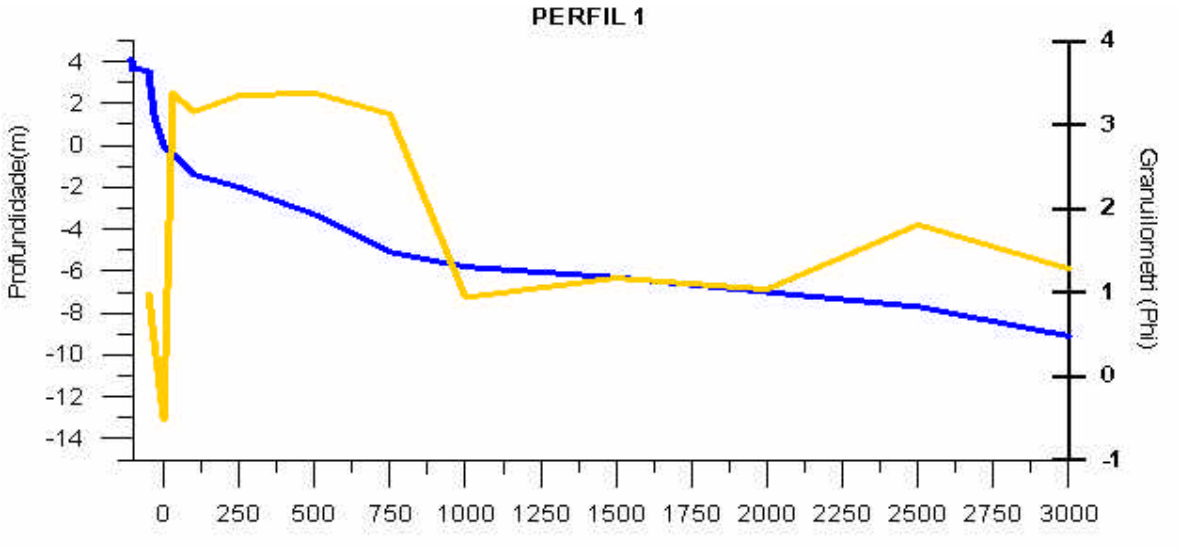
conchas. Albino et al. (2001) encontraram dados similares como comprovado pela Figura 2.5.

A presença de areia muito fina no início de todos os perfis submersos medidos possivelmente explica-se devido ao processo de adaptação da praia ocorrido após o engordamento de 1999. De acordo com Albino e Oliveira (2000) o comportamento topográfico e granulométrico das areias da praia de Camburi indicou que, após o engordamento artificial e construção do terceiro espigão, houve a diminuição da fração fina das areias mal selecionadas despejadas, com concomitante recuo da praia. A fração fina foi transportada para antepraia e/ou longitudinalmente devido à mobilização causada pelas ondas e correntes. E de acordo com Passos (2004) os trechos que sofreram recuo da praia estão relacionados com a perda de sedimentos finos, retirados no processo de adaptação.

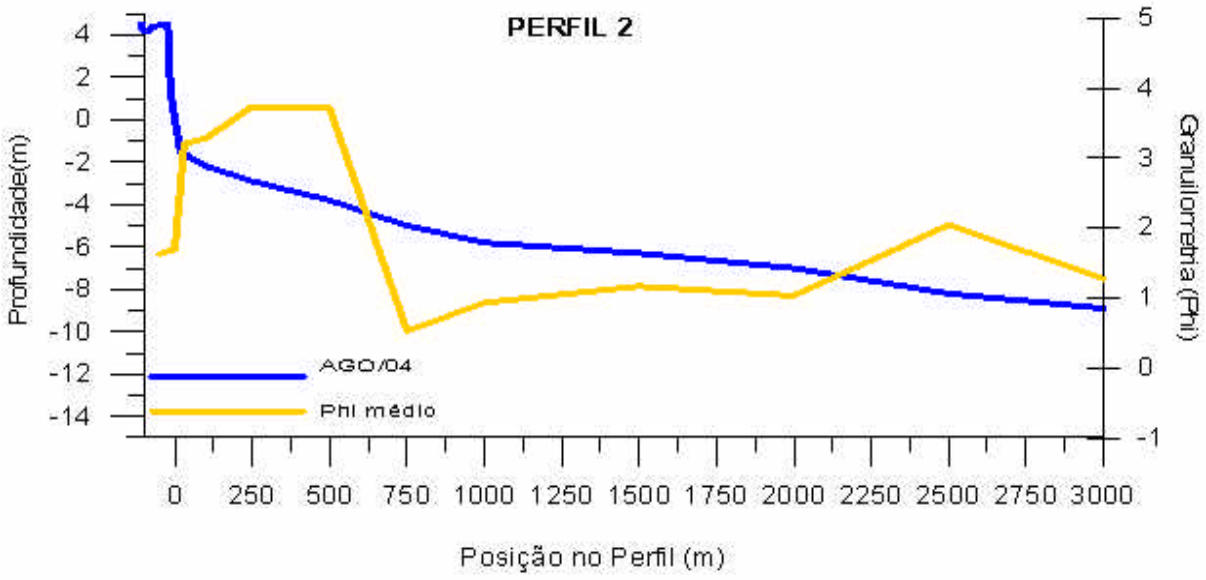
È provável que similaridade dos dados que ocorre entre os perfis 3 e 4 a partir dos 1500m e entre os perfis 1 e 2 a partir dos 1000m, possuam a mesma explicação. Ou seja, os grãos mais grossos são o sedimento original da praia (sem influencia dos grãos provenientes do engordamento de junho de 1999) e os grãos mais finos do final dos perfis são fluvio-marinhos, como já citado neste estudo e comprovado por Albino et al. (2001).

5.3. RELAÇÃO ENTRE A GRANULOMETRIA E A MORFOLOGIA.

A relação entre diâmetro médio dos grãos e a morfologia dos perfis é apresentada na Figura 5.4



.



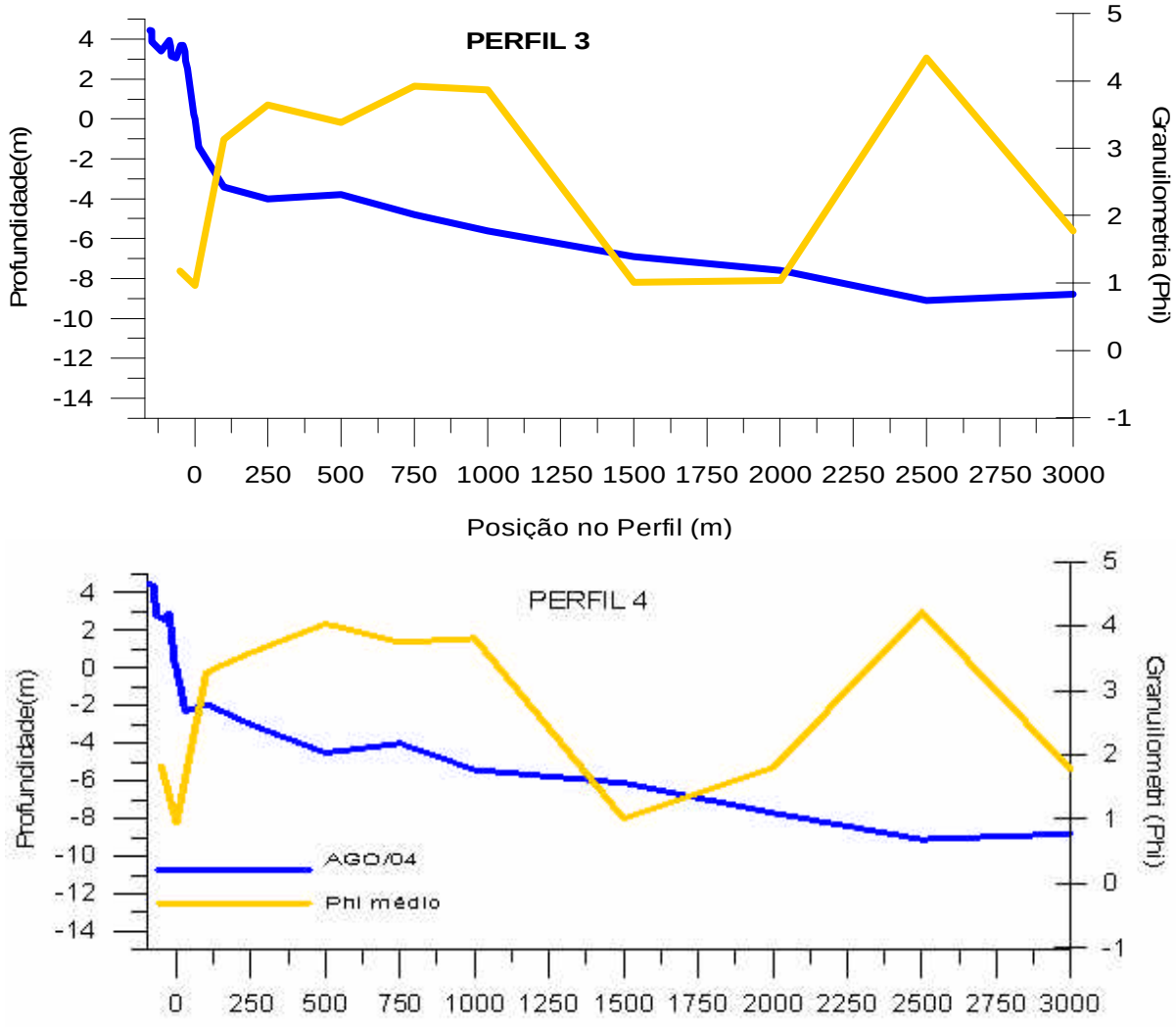


Figura 5.4- Relação entre o perfil natural e diâmetro médio sedimentar.

Nos perfis 1 e 2 podemos observar que a 100m há o aumento do diâmetro médio dos grãos, quando comparado ao diâmetro médio do ponto anterior e posterior. Observa-se a presença de barras de antepraia, entre 100m e 500m, associadas a essa diminuição. De acordo com Passos (2004), Albino et al. (2001) e Albino & Oliveira (2001) estes perfis são extremamente expostos a ondas de alta energia, vindas das direções NE, S e SW. Apesar disto as barras estão muito próximas da linha de costa, provavelmente devido ao efeito do aprisionamento, anteriormente descrito, existente na área destes dois perfis.

No perfil 2 ocorre o abrupto engrossamento dos grãos a 750m. Muito próximo a este local esta a profundidade de fechamento (1000m). Possivelmente devido à presença do promontório ao lado do perfil. Cuja difração de ondas (Figura 5.5) potencializa a energia, convergindo energia para este ponto.

Figura 5.5- Foto da praia de Camburi com localização estimada do perfil 2.

Fonte: Cedido pelo Prof. Dr.Gilberto Fonseca Barroso.

No perfil 3 existem duas barras de antepraia a 500m e 2000m com respectivamente 3,8m e 7,6m de profundidade. Nota-se que o valor da profundidade de fechamento inferido pela presença da barra de sedimento (7,6m) é bem próximo a profundidade de fechamento estimada (6,58m).

No perfil 4 existem três barras de antepraia a 100m , 750m e 1500m com respectivamente 1,9m, 4,0m e 6,1m de profundidade. Assim como no perfil 3 a profundidade da ultima barra esta muito próxima da profundidade de fechamento estimada.

Este perfil é o mais exposto, dentre os medidos, a ação de ondas. Portanto a presença das três barras de antepraia no perfil, em diferentes distancias da linha de costa, possivelmente indica que a praia foi exposta a três diferentes condições oceanográficas (clima de ondas principalmente). A barra mais distante (1500m) indica condições oceanográficas de alta energia, a barra a 750m indica condições oceanográficas intermediarias e a barra a 100m, condições oceanográficas mais amenas. Sendo difícil quantificar tais eventos através dos métodos adotados no presente estudo.

Nos quatro perfis existe um padrão de acumulo dos grãos mais grossos no máximo recuo da onda (área de maior turbulência, devido ao tipo de arrebentação ascendente desta praia), corroborando com conceitos clássicos da sedimentologia propostos por Bascom (1951), que afirma que grãos maiores são encontrados em pontos de máxima turbulência (máximo recuo) e o tamanho dos grãos tende a decrescer com o decréscimo da turbulência.

Nos perfis também foi observado a presença de barras de antepraia, que estão em sua maioria, associadas ao aumento dos diâmetro dos grãos. De acordo com Davis (1985) feições características como crista, calhas e barras são formadas pela ação das ondas e marés, que podem intensificar-se durante certas condições oceanográficas. Devendo ser dada atenção particular ao processo de formação de barras de antepraia, pois estas se tornam um estoque de sedimento, que tendem ser levados de volta a praia com a volta das condições climáticas normais.

As barras de antepraia do perfil 3 possivelmente se formaram durante os mesmo eventos que originaram as barras do perfil 4.

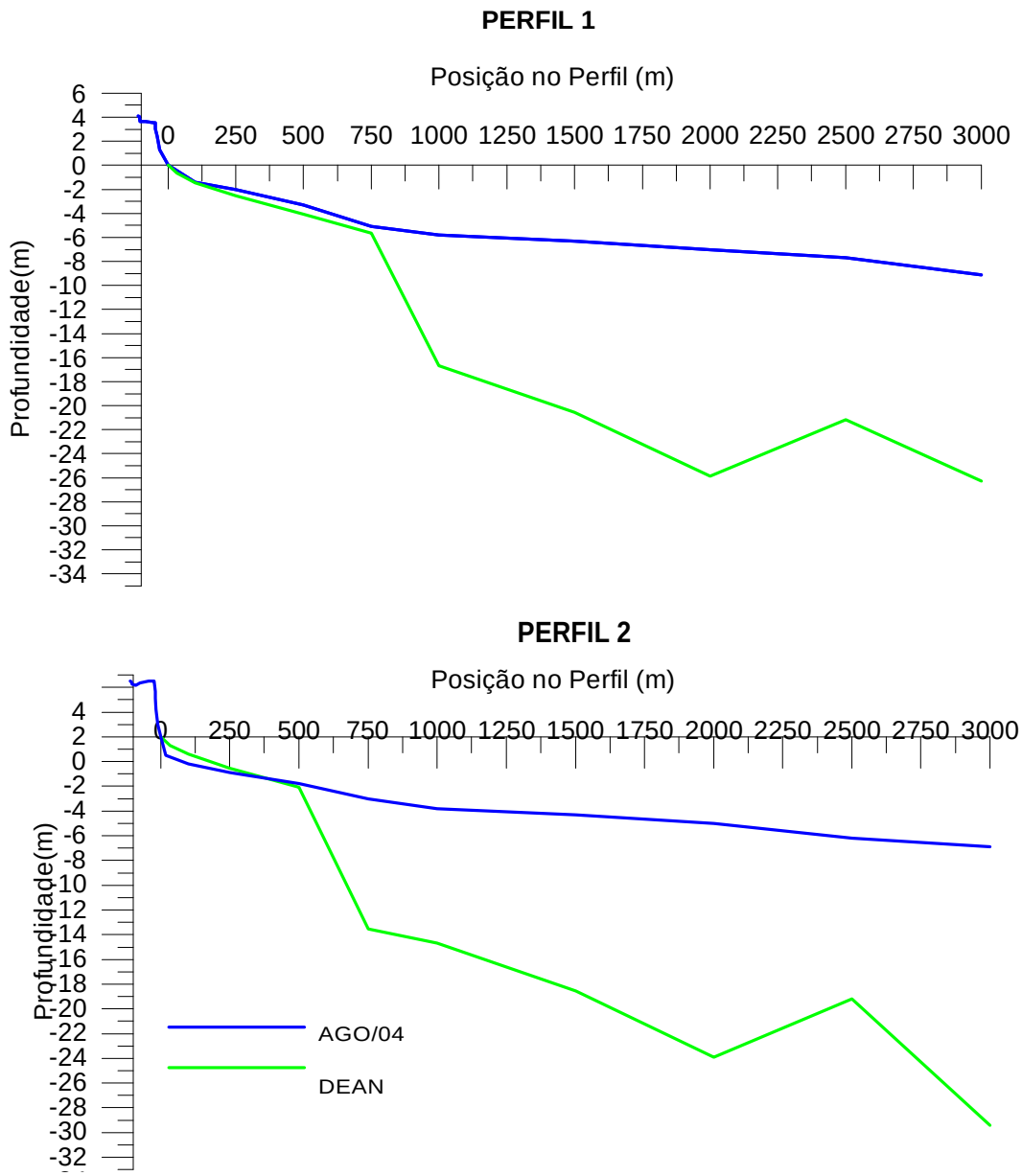
Os dados de profundidade de fechamento estimada se aproximaram, e até coincidiram, com a profundidade de fechamento observada através da morfologia. No perfil 3 a morfologia indica, devido à presença de uma barra de antepraia, que a profundidade de fechamento é de 7,6 estando 2000m. Enquanto o método de Hallemeier (1981) indica que a profundidade de fechamento (6,58m) está a

1000m. Apesar da grande diferença na distancia horizontal, entre estes dois pontos do perfil 3 (de 1000m a 2000m) nota-se que o valor da profundidade de fechamento inferido pela presença da barra de sedimento (7,6m) é bem próximo a profundidade de fechamento estimada (6,58m). Sendo possível a adoção do dado de profundidade de fechamento estimada (matematicamente).

De maneira geral observa-se que a partir dos 1500m não há influencia das ondas na morfologia do fundo e interação morfologia-granulometria. Portanto a morfologia valida a aplicação do método de Hallemeier (1981) , sendo possível, e recomendável, a utilização deste para determinar a profundidade de fechamento dos perfis. Facilitando a compreensão dos dados e do comportamento morfodinâmico da praia de Camburi.

5.4. PERFIS PRAIAIS DE EQUILIBRIO E PERFIS NATURAIS DA PRAIA DE CAMBURI

A Figura 5.6 nos mostra a sobreposição dos perfis naturais e perfis modelados utilizando-se o método de Dean (1977). , que serão interpretados neste capítulo.



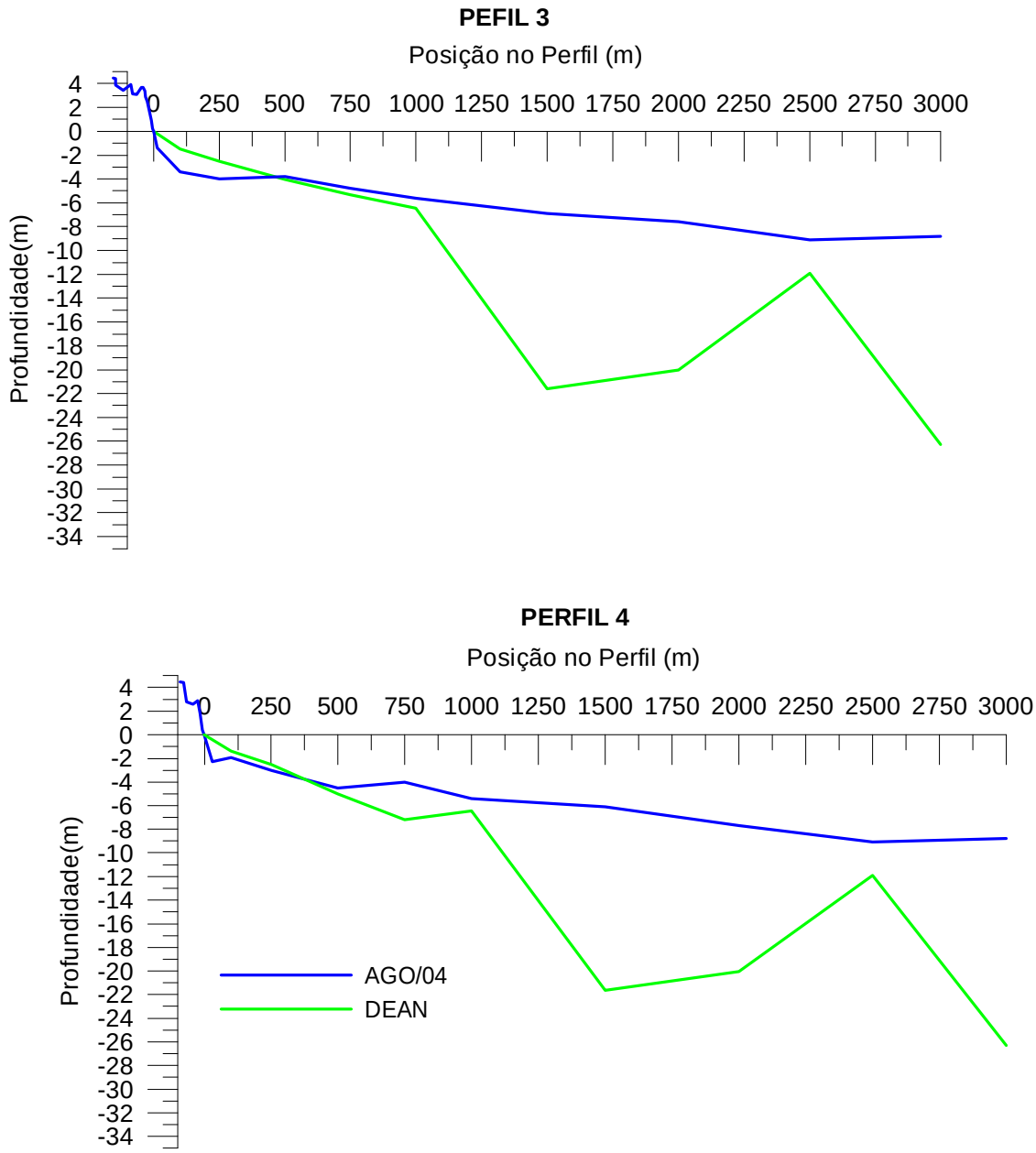


Figura 5.6- Sobreposição dos perfis naturais da praia medidos em agosto de 2004 e perfil modelado, baseando-se no método de perfil praial de equilíbrio proposto por Dean (1977).

Ao avaliarmos a sobreposição do perfil modelado e o perfil natural nota-se que o perfil 1 está estável ate os 250m da linha de costa e a partir deste ponto o perfil têm tendência progradante.

No perfil 2 observa-se que o perfil modelado indica uma possível tendência erosiva de 0m a 250m, de acordo com os dados (Anexo 3) a diferença entre os perfis é no máximo de 0,82m (a 100m) e no mínimo de 0,35m (a 250m). A partir dos 500m o perfil 2 tende a progradar.

Nos perfis 1 e 2 percebe-se uma possível influencia dos promontórios sobre o perfil modelado, já que nos perfis 3 e 4 só percebemos um aumento abrupto da profundidade a partir dos 1000m, estando este aumento bem próximo da profundidade de fechamento estimada.

No perfil 3 nota-se na sobreposição que aparentemente há uma tendência erosiva de 0m a aproximadamente 500m. Nas áreas com tendência erosiva dos perfis, as maiores diferenças de profundidades nas sobreposições foram observadas no perfil 3, chegando a diferenças de 1,97m a 100m e 1,45m a 250m. Quanto o restante do perfil, de 500m a 3000m, nota-se uma tendência progradante.

No perfil 4 observa-se na sobreposição que provavelmente existe tendência erosiva maior do perfil de 0m a 100m, e entre 100m e aproximadamente 375m a tendência erosiva é suave.Neste ultimo trecho do perfil a maior diferença foi de 0,52m a 100m e 0,45m a 250m. Quanto o restante do perfil, de 500m a 3000m, nota-se uma tendência progradante.

Observa-se que de acordo com a interpretação do perfil modelado de Dean o perfil 1 esta em estado de equilíbrio, com uma certa tendência progradante. Os perfis 2, 3 e 4 aparentemente possuem uma tendência erosiva em seu início (da zona submersa), mas veremos a seguir que de acordo com a interpretação do modelo podemos considerar que estes perfis estão em equilíbrio.

Todos os perfis modelados (DEAN) possuem abruptas variações das profundidades a partir dos 1500m. Não sendo talvez relevante a interpretação dos dados a partir desta distancia da linha de costa, como já discutido no tópico 5.3, já que ai encontram-se as profundidades de fechamento da maioria dos perfis (Figura 5.2).

Avaliando a sobreposição dos perfis modelados e respectivos perfis naturais 2, 3 e 4 nota-se uma possível tendência erosiva no início destes perfis e tendência progradante no restante dos perfis, como já detalhado. Mas baseando-se nos estudos de Dean (1992), que demonstram como interpretar os PPEs, as feições que caracterizam estes perfis são de perfis progradantes ou estáveis.

Além disso, uma possível explicação para a tendência erosiva no início dos perfis é a predominância de grãos finos, no início dos perfis. Fazendo com que o modelo tenda suavizar o perfil já no início, como averiguado por Capobianco et al.(2002). Estas características possivelmente explicam a diferença, no início destes, entre o perfil 1 e os demais perfis. Já que por ter a declividade mais suave este caracterizou-se estável. A tendência construtiva indicada pelo modelo dos 500m em seguida, em todos perfis, possivelmente se deve a presença dos grãos mais grossos (principalmente no meio do perfil, aproximadamente 1500m).

Além das interpretações do modelo, a estabilidade da praia é reafirmada pela presença das barras que não são percebidas pelo modelo, mas que servem como estoque de sedimentos, que de acordo com Davis (1985) tendem a ser levados de volta a praia com a volta das condições climáticas normais.

5.5. AVALIAÇÕES DO USO DO PPE PARA VALIDAR A ESTABILIDADE PRAIAL

As principais limitações observadas na utilização do modelo de PPE proposto por Dean (1977) são a incapacidade de refletir as feições morfológicas de segunda ordem(como exemplo barras de antepraia) e a incapacidade de considerar a influencia direta de promontórios. De acordo com Capobianco et al. (2002) os PPEs : (i) tendem a ser côncavos,(ii) a declividade são mais suaves quando a predominância de grãos finos,(iii) a declividade tende a ser alisada quando as ondas são mais íngremes.

Durante a realização deste estudo foi realizado apenas um levantamento de dados com 4 perfis medidos em locais e períodos (agosto de 2004) de maior representatividade. Cuja praia é submetida a fenômenos de maior energia.

O fato da praia ter passado por uma intervenção faz com que haja uma grande variação da granulometria ao longo do perfil natural, fazendo com que haja abruptas variações na profundidade do perfil modelado. Sendo necessária a adoção de outros modelos , como o modelo de profundidade de fechamento proposto por Hallemeier (1981), para determinar o limite do comprimento do perfil modelado a ser interpretado. De acordo com Albino & Gomes (2004) deve-se levar em consideração a determinação prévia da composição dos sedimentos marinhos na aplicação e interpretação das simulações efetuadas.

Mesmo com tais limitações e considerações, os conhecimento e estudos pretéritos (ALBINO et al., 2001, PASSOS, 2004 e ALBINO & OLIVEIRA, 2000) existentes sobre a Praia de Camburi permitiram uma melhor interpretação dos perfis modelados.

6. CONLUSÕES

O modelo de PPE utilizado valida a tendência estável e progradante da praia de Camburi. Reafirmando o sucesso do engordamento de 1999 .

Através de avaliação morfotextural conclui-se que existe uma relação granulometria-morfologia entre a perda de sedimentos finos no perfil emerso e à presença de areia muito fina no inicio dos perfis submersos. E existe um intenso processo morfodinâmico na praia com grandes trocas transversais de sedimentos, que permite a manutenção da estabilidade do perfil praial.

Além das conclusões acima os dados morfotexturais permitem reafirmar o processo de aprisionamento sedimentar causado pelo píer de Iemanjá e Ilha do Socó que ocorre ao sul do arco praial de Camburi.

As equações matemáticas que determinam os PPE proposto por Dean (1977) se aplicaram com sucesso na área de estudo. Contudo não elimina a necessidade de estudos sobre a estabilidade da praia, e menos ainda sobre o uso de PPE em praias engordadas. Dean et al. (1992) diz que de maneira geral não é possível estabelecer se as diferenças identificadas entre os perfis (medido e modelado) são devido aos desequilíbrios ou as limitações do conhecimento sobre o conceito de perfil praial de equilíbrio. Mas a discussão sobre a “natureza” do perfil de equilíbrio, assim como sua utilização, pode ajudar a fazer um conceito mais eficiente e abrangente.

As limitações do uso do modelo e do numero reduzido de levantamento não inviabilizaram o andamento e conclusão do presente estudo, devido a grande quantidade de dados pretéritos existentes sobre área. Mas de maneira geral, o levantamento dos perfis praiais até a cota da profundidade de fechamento e/ou o monitoramento de perfis de praia nos conduziria às mesmas interpretações obtidas.

7. REFERÊNCIAS:

Atlantic States Marine Fisheries Commission (ASMFC) . Beach Nourishment: A Review of the Biological and Physical Impacts Habitat Management Series # 7. EUA. 2002

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, Jacqueline; OLIVIERA, Rosângela; ALENCASTRE, Kleverson; ARAÚJO, Renato. Adaptação morfológica e variação das areias da Praia de Camburi, Vitória – ES, após recente engordamento artificial. Pesquisa registrada na PRPPG/UFES n. 006/99.

ALBINO, Jacqueline & OLIVEIRA, Rosângela. Monitoramento Topográfico e granulométrico das areias da Praia de Camburi, Vitória, ES Antes, Durante e Após o Engordamento Artificial. Simpósio Brasileiro sobre praias Arenosas. 2000

ALBINO, Jacqueline; OLIVIERA, Rosângela; MAIA, Luís Parente; ALENCASTRE, Kleverson. Processos atuais de sedimentação marinha e praial do litoral de Vitória, ES. Relatório n. 198. 2506/ 2000 FACITEC & Prefeitura Municipal de Vitória. 2001.

ALBINO, J; VALE,C. C;GOMES, R. C. , Modelagem, monitoramento, erosão e ocupação costeira – MMOC/ES, INSTITUTO DO MILÊNIO – RECOS. UFES. 2004

ALBINO, J; GOMES, R. C., Influência da composição mista dos sedimentos marinhos na determinação do perfil praial de equilíbrio. VI ENES - Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos.UFES. 2004

ARAÚJO, Renato Ferreira de; ALBINO, Jacqueline; OLIVIERA, Rosângela. Variação Temporal da Granulometria das areias da Praia de Camburi - Vitória,ES. Trabalho Cientifico. CCHN-UFES. 2000

BASCOM, W. N. , The relationship between sand-size and beach face slope. Transactions, American Geophysical Union. USA, v. 32, p. 866-874, 1951.

BIRD, E. C. F. , Beach management. England: John Wiley & Sons Ltd. , 1996.

BOON,J. D. ;GREEN. M. O. Caribean beach-face slopes andbeach equilibrium profiles. Coastal Engineering. Am. Soc. Civ. Eng. p:1618-1630. 1988

CAPOBIANCO,M et al.. Nourishment design and evaluation: applicability of model concepts. Europe: Coastal Engineering v47,p. 113– 135. 2002

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2ed. São Paulo, Edgard Blücher. 1980.

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.

DEAN, R. G. Equilibrium Beach Profiles: Characteristics and Applications. Journal of Coastal Research. USA, v. 7, p. 53-84,. 1991.

DEAN, R. G. ; HEALY, T. R. ; DOMMERHOLT, A. P. , A “blind-folded” test of equilibrium beach profile concepts with New Zealand data. Marine Geology. USA, v. 109, p. 253- 266, 1992.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO.Tabuas das Marés-2004.Porto do Tubarão,Vitória,ES.In: www.dhn.mar.mil.br.Acessado em 12/06/2004.

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

GONZALEZ, M; MEDINA, R; LOSADA, M. A. Equilibrium beach profile model for perched beaches. Coastal Engineering v. 36, p. 343–357. Espanha. 1999

GOMES,R. C. Perfil Praial de Equilíbrio da praia de Meaípe – Espírito Santo. Trabalho de conclusão do curso de Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais - UFES. 2004.

GRAVENS, M; EBERSOLE, B ; WALTON, T ; WISE, R. *Coastal Engineering Manual*. Engineer Manual 1110-2-1100, U. S. Army Corps of Engineers, Washington, D. C. 2001.

HALLERMEIER, R. J. , Aprofile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. Coastal Engineering, USA, v. 4, p. 253-277, 1981.

HAMM, L; CAPOBIANCO, M; DETTE, H. H; LECHUGA, A; SPANHOFF , R; STIVE, M. J. F. A Summary Of European Experience With Shore Nourishment. Europe: Coastal Engineering v47,p. 237-264 . 2002

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 preferency distribution of sediments. Journal of Sedimentary Petrology, USA, v. 4, 1934.

LARSON, M. ; KRAUS, N. C. ; WISE, R. A. , Equilibrium beach profiles under breaking and non-breaking waves. Coastal Engineering. USA, v. 36, p. 59-85, 1999.

LEONT'EV, I. O. , Sediment transport and beach equilibrium profile. Coastal Engineering. Russia, v. 9, p. 277, 1958.

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

MANSO,A. V. ;TOLDO,E. E;MEDEIROS,C. ;ALMEIDA,L. E. S. B. Perfil praial de equilíbrio da praia de Serinhaém, Pernambuco. Revista Brasileira de Geomorfologia,v. 2,n°1,p. 45-49. 2001

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J. M. , As flutuações de nível do mar durante o Quaternário superior e a evolução geológica de "deltas" brasileiros. Boletim IG-USP. Publicação especial. v. 15, 186p. 1993.

MARONE E. , QUADROS, J. C. , PRATTA, V. , ANGULO, J. Trenó para perfilagem subaérea de praias. Boletim Paranaense de Geologia. (submetido). 2001

MARTIN, L. ; SUGUIO, K. ; FLEXOR, J. M. ; ARCHANJO, J. D. , Coastal quarternary formations of the southern part of the state of Espírito Santo. Anais da Acacdemia Brasileira de Ciências. v. 68, p. 389-404. 1996.

MUEHE, D. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento**.** Revista Brasileira de Geomorfologia,Volume 2, Nº 1. 2001. 35-44

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

PASSOS,R. C. S. , Variação Morfotextural da praia de Camburi, Vitória – Es, Após engordamento artificial. Trabalho de conclusão do curso de Oceanografia. Departamento de Ecologia e Recursos Naturais - UFES. 2004.

SANTOS, A. R. , Imagem Do Satélite Landsat do Município de Vitória, Es Para dezembro de 2002. http://www. ufes. br/~geoufes/lgu/VitoriaLandsat2002. htm . ES. 2002.

SHORT,A. D. Morphodynamics of a macrotidal beach. Marine Geology,50:97-128. 1982.

SHORT, A. D. & WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: Sandy beaches as ecosystems: 1st International Symposium on Sandy Beaches, South Africa: McLachlan, A. ; Erasmus, T. (Ed.), p. 17-21, 1983.

SHORT,A. D. Rip-current type, spacing and persistence, Narrabeen Beach, Australia. Marine Geology,65: 47-71. 1985.

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

WRIGHT,L. D. & SHORT,A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. Marine Geology,56: 93-118. 1984.

ANEXO1

Estação	Posição
P1-100	S20 17 18. 5 W40 17 21. 3
P1-250	S20 17 18. 7 W40 17 16. 1
P1-500	S20 17 19. 0 W40 17 07. 5
P1-750	S20 17 19. 6 W40 16 53. 0
P2-100	S20 17 07. 6 W40 17 19. 4
P2-250	S20 17 08. 6 W40 17 14. 3
P2-500	S20 17 10. 2 W40 17 05. 9
P2-750	S20 17 11. 8 W40 16 57. 4
P2-1000	S20 17 13. 4 W40 16 49. 0
P2-1500	S20 17 16. 7 W40 16 32. 1
P2-2000	S20 17 19. 9 W40 16 15. 2
P2-2500	S20 17 23. 1 W40 15 58. 3
P2-3000	S20 17 26. 0 W40 15 43. 0
P3-100	S20 16 35. 8 W40 16 51. 7
P3-250	S20 16 39. 1 W40 16 48. 0
P3-500	S20 16 44. 8 W40 16 41. 7
P3-750	S20 16 50. 2 W40 16 35. 4
P3-1000	S20 16 55. 9 W40 16 29. 1
P3-1500	S20 17 06. 9 W40 16 16. 5
P3-2000	S20 17 18. 0 W40 16 04. 0
P3-2500	S20 17 29. 0 W40 15 51. 4
P3-3000	S20 17 40. 0 W40 15 39. 0
P4-100	S20 16 24. 0 W40 16 38. 9
P4-250	S20 16 27. 9 W40 16 35. 9
P4-500	S20 16 34. 7 W40 16 31. 1
P4-750	S20 16 41. 3 W40 16 26. 3
P4-1000	S20 16 48. 0 W40 16 21. 3
P4-1500	S20 17 01. 4 W40 16 11. 7
P4-2000	S20 17 14. 7 W40 16 01. 9

ANEXO 2

DATA: _____
LOCAL: _____
COLETORES: _____

PLANILHA DE DADOS					
	COORDENADAS(CAMPO)				
ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	Profund.	Hora	OBS
P1-X					
P1-0100	S20	W40			
P1-0250	S20	W40			
P1-0500	S20	W40			
P1-0750	S20	W40			
P2-X					
P2-0100	S20	W40			
P2-0250	S20	W40			
P2-0500	S20	W40			
P2-0750	S20	W40			
P2-1000	S20	W40			
P2-1500	S20	W40			
P2-2000	S20	W40			
P2-2500	S20	W40			
P2-3000	S20	W40			
P3-X					
P3-0100	S20	W40			
P3-0250	S20	W40			
P3-0500	S20	W40			
P3-0750	S20	W40			
P3-1000	S20	W40			
P3-1500	S20	W40			
P3-2000	S20	W40			
P3-2500	S20	W40			
P3-3000	S20	W40			
P4-X					
P4-0100	S20	W40			
P4-0250	S20	W40			
P4-0500	S20	W40			
P4-0750	S20	W40			
P4-1000	S20	W40			
p4-1500	S20	W40			
P4-2000	S20	W40			

ANEXO 3

PERFIL 1			
Distância	Profundidade natural	*h(y)modelo*	*A*
0	0,0	0,00	0,00
33	-1,0	-0,66	-0,92
100	-1,4	-1,47	-2,20
250	-2,0	-2,55	-3,67
500	-3,3	-4,05	-5,72
750	-5,1	-5,65	-8,45
1000	-5,8	-15,83	-15,83
1500	-6,3	-20,50	-20,50
2000	-7,0	-25,02	-25,02
2500	-7,7	-20,03	-20,72
3000	-9,1	-11,91	-13,57
PERFIL 2			
Distância	Profundidade natural	*h(y)modelo*	*A*
0	0,0	0,00	0,00
33	-1,5	-0,70	-1,04
100	-2,2	-1,38	-2,21
250	-2,9	-2,55	-3,46
500	-3,8	-4,05	-5,51
750	-5,0	-15,53	-16,24
1000	-5,8	-16,68	-15,83
1500	-6,3	-20,54	-20,50
2000	-7,0	-25,89	-25,02
2500	-8,2	-21,18	-23,05
3000	-8,9	-31,40	-31,56
PERFIL 3			
Distância	Profundidade natural	*h(y)modelo*	*A*
0	0,0	0,00	0,00
100	-3,4	-1,47	-2,19
250	-4,0	-2,55	-3,46
500	-3,8	-4,05	-5,72
750	-4,8	-5,32	-6,56
1000	-5,6	-6,45	-7,95
1500	-6,9	-21,62	-20,64
2000	-7,6	-20,03	-20,72
2500	-9,1	-11,91	-13,57
3000	-8,8	-26,28	-28,17
PERFIL 4			
Distância	Profundidade natural	*h(y)modelo*	*A*
0	0,0	0,00	0,00
100	-1,9	-1,38	-2,21
250	-3,0	-2,55	-3,46
500	-4,5	-5,00	-5,00
750	-4,0	-5,32	-7,20
1000	-5,4	-6,45	-8,43
1500	-6,1	-21,62	-20,64
2000	-7,7	-20,03	-20,72
2500	-9,1	-11,91	-13,21
3000	-8,8	-26,28	-27,28